



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ- REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**LUCIENE MARIA DO NASCIMENTO LIMA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ARRIMADAS A APRENDIZAGEM COOPERATIVA**  
**NA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO RELATIVO À ELETROQUÍMICA**

**FORTALEZA**

**2016**

**LUCIENE MARIA DO NASCIMENTO LIMA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ARRIMADAS A APRENDIZAGEM COOPERATIVA  
NA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO RELATIVO À ELETROQUÍMICA**

Produto educacional apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Métodos Pedagógicos no Ensino de Ciências.

**Orientador: Prof. Dr. Isaías Batista de Lima**

**FORTALEZA**

**2016**

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

Paulo Freire

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Quadro 01 - Conteúdos procedimentais relacionados ao ensino de ciências por investigação .....	13
Quadro 02 – O método Jigsaw. ....	24
Quadro 03 - Narrativas investigativas sobre o conhecimento relativo à eletroquímica .....	38
Quadro 04 - Experimentos sobre pilhas utilizando material alternativos a serem executados nos grupos de especialistas.....	44
Quadro 05 - Representação esquemática da atividade descrita acima utilizando o método cooperativo de aprendizagem <i>Jigsaw</i> .....	47

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: TEORIZANDO A PRÁTICA PEDAGÓGICA .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. O ensino por investigação .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Aprendizagem cooperativa .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1 Método Jigsaw .....</b>	<b>22</b>
<b>3 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: CAMINHOS DE UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Os conhecimentos de eletroquímica: uma abordagem contextualizada.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1 A importância do uso de materiais alternativos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.2 Adquirindo conhecimentos básicos relativos à eletroquímica.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.3 Como evitar ferrugem.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.3 Pilha .....</b>	<b>42</b>

**Ao professor de Química**

Caro(a) colega Professor(a) de Química,

Este material que apresento é constituído de sugestões de atividades investigativas arrimadas à aprendizagem cooperativa para o ensino de eletroquímica abordado no ensino médio.

Ele é o resultado gerado a partir de minha Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática de pós-graduação da Universidade Federal do Ceará, intitulada “O ensino de eletroquímica no ensino médio por investigação: uma abordagem à luz da aprendizagem cooperativa”, sob a orientação do Prof. Dr. Isaías Batista de Lima.

As atividades aqui apresentadas foram aplicadas aos alunos do 3º ano de uma turma da disciplina química do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Raymundo Martins Vianna em Belém /PA .

O presente material contempla e revitaliza algumas atividades investigativas e colaborativas relacionadas ao ensino de eletroquímica com o objetivo de auxiliar na criação de uma cultura de práticas investigativas, promovendo a melhoria da aprendizagem destes conteúdos possibilitando a formação crítica e participativa do aluno.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de química tem sido marcado contemporaneamente por questionamento acerca de sua efetividade. Talvez isso se deva à dificuldade de êxito na aprendizagem do aluno sobre os conhecimentos químicos e estes, por sua vez, se apresentam muito distantes da realidade do aluno. Não é incomum enfrentarmos recorrentemente a indagação do aluno acerca da utilidade do saber químico para o cotidiano dos mesmos, expresso na célebre pergunta recorrente: “Professor prá que serve a química? Por que eu tenho que aprender isso?” Tal diagnóstico inicial permite intuir que a metodologia atualmente empregada no ensino de química não contempla as exigências necessárias para o desenvolvimento das habilidades cognitivas requeridas pelo aluno e pela sociedade contemporânea e que aquele reconheça a importância da química em seu dia a dia. Dessa forma, o ensino de química, atualmente abordado, não tem se mostrado satisfatório aos alunos, devido ao elevado grau de abstração necessário para compreensão de seus conteúdos, pois contempla uma abordagem descontextualizada e sem cunho investigativo tornando o ensino puramente conteudista, livresco, desmotivador e desvinculado do conhecimento do cotidiano dos alunos, despertando a aversão à aprendizagem de seus conteúdos. De acordo com os PCNs (1999, p. 31) “o Ensino de Química deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto de processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”. O conhecimento químico deve, portanto ser um meio de interpretar o mundo e intervir na realidade, além de desenvolver capacidades como interpretação e análise de dados, argumentação, conclusão, avaliação e tomadas de decisões.

Este livreto de química apresenta orientações e atividades investigativas arrimadas à aprendizagem cooperativa como forma de facilitar a condução do conhecimento relativo à eletroquímica, construindo um cenário investigativo, interativo, motivador e atrativo. Assim sendo, o presente texto que segue apresenta orientações e atividades investigativas no contexto cooperativo, dividindo-se em capítulos e sessões, destinados a auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos que cursam o ensino médio. O primeiro capítulo corresponde à introdução. O segundo capítulo versa sobre o ensino de eletroquímica: teorizando a prática pedagógica a partir do ensino por investigação e da aprendizagem cooperativa enfatizando o método de Jigsaw . O terceiro capítulo discorre sobre o ensino de eletroquímica: caminhos de uma prática pedagógica, com abordagem contextualizada dos conhecimentos de eletroquímica,

salientando a importância do uso de materiais alternativos e sugestões de 03 ( três) atividades: Como evitar ferrugem, Porque algumas frutas escurecem e Pilhas, desenvolvida no contexto investigativo arrimada a aprendizagem cooperativa.

Dessa forma, a abordagem do conteúdo relativo à eletroquímica com bases investigativas arrimadas a aprendizagem cooperativa poderá auxiliar os professores e alunos na veiculação e aquisição do conhecimento de eletroquímica visando criar uma cultura de práticas investigativas e fortalecer a integração dos alunos no ensino e aprendizagem de química.

## 2 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: TEORIZANDO A PRÁTICA PEDAGÓGICA

De um modo geral, observa-se que o conhecimento sobre os conceitos relacionados à eletroquímica, por parte dos alunos, é muitas vezes vago e superficial. Os alunos memorizam os conceitos e não conseguem relacioná-los a fenômenos observáveis no seu dia-a-dia, ou os conceitos prévios não interagem com a exposição ao conhecimento científico. Assim. Acredita-se que o ensino por investigação arrimado a aprendizagem cooperativa deve provocar nos alunos mudança conceitual, metodológica e atitudinal possibilitando a formação de indivíduos críticos e participativos capazes de interpretar o mundo e nele interferir.

### 2.1. O ensino por investigação

O ensino com bases em perspectivas investigativas começou a ser introduzido no ensino de ciências por volta do século XIX que recebeu grande influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey<sup>1</sup>. Para Dewey, “o aluno deveria participar ativamente de sua aprendizagem. Por isso, os alunos deveriam propor um problema para investigarem aplicando seus conhecimentos de ciências aos fenômenos naturais” (BARROW, 2006 apud ZOMPERO e LABURU (2011).

Dentre os pesquisadores de ciências, constatou-se uma grande pluralidade de definições para o termo ensino por investigação. Sá et al (2011) salientam que alguns autores relacionam o ensino por investigação como uma atividade científica (Chinn e Malhotra, 2002) , outros trabalham na perspectiva de que ensinar por investigação consiste em dedicar-se a um tipo específico do trabalho prático realizado nas aulas de ciências (Tamir, 1990; Pérez e Castro, 1996; Gil-Perez e Valdés Castro, 1996; Borges, 2002; Azevedo, 2004). Outros o associam à resolução de problemas ou ensino por descoberta (Gott e Duggan, 1995).

Nessa pesquisa será adotado o ensino por investigação com perspectiva de orientar o aluno a buscar resolução para um determinado problema, envolvendo-se em sua própria aprendizagem de forma autônoma e participativa, a fim de torna a aprendizagem significativa, motivadora e atrativa .

---

<sup>1</sup> John Dewey (1859-1952) foi um filósofo e pedagogo norte-americano. É reconhecido como um dos fundadores da escola de pragmatismo e pioneiro em psicologia funcional. Para além disto, foi representante do movimento da educação progressiva norte-americana durante a primeira metade do século XX.

De acordo Campos e Nigro, (1999, p.91)

As atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, a proposição de situações-problemas, que, então orientam e acompanham todo o processo de investigação. Nesse contexto o professor desempenha o papel de guia e de orientador das atividades – é ele quem propõe e discute questões, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, orienta o levantamento de evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento. Conseqüentemente, o professor oportuniza, de forma significativa, a vivência de experiências pelos estudantes, permitindo-lhes, assim, a construção de novos conhecimentos acerca do que está sendo investigado.

O ensino por investigação é uma estratégia de ensino que leva os alunos a pensar, debater e justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando o seu conhecimento teórico e matemático. Assim, o conhecimento é produzido por meio da interação entre pensar, agir e fazer em um contexto onde o aluno se envolve em sua própria aprendizagem. Lima e Maués (2006) afirmam que no ensino de Ciências por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não são abandonados a própria sorte, nem ficam restritos a uma manipulação ativista e puramente lúdica. Eles são inseridos em processos investigativos, envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados.

Assim, em uma atividade de natureza investigativa, “[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado.

Castro et al (2008, p. 84) descrevem algumas características que as atividades de caráter investigativo devem apresentar:

- a) conter um problema. O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, ele precisa ser considerado problema pelos alunos, o que implica explorar as ideias que estes têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar delas.

- b) ser, sempre que possível, generativas, ou seja, devem desencadear debates, discussões, outras atividades experimentais ou não.
- c) propiciar o desenvolvimento de argumentos, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidências, bem como considerar a multiplicidade de pontos de vista em disputa ou a serem coordenados.
- d) motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.
- e) Propiciar a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma.

Salienta-se que tais características não precisam existir simultaneamente em uma única atividade, porém quem definirá as características do processo é o tipo de investigação a ser desenvolvida. Visto que, essas atividades podem se caracterizar como práticas – experimentais, de campo e de laboratório, de demonstração, de pesquisa, com filmes, de simulação no computador, com bancos de dados, de avaliação de evidências, de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros (Castro et al, 2008).

Em um contexto investigativo a atividade deverá estar muito bem fundamentada, com intuito de despertar o interesse do aluno, de modo que ele se envolva no cenário investigativo aproximando o que ele conhece do conhecimento científico. Para isso, é necessário que a proposição do problema seja verdadeiro, capaz de provocar um desequilíbrio no aluno induzindo-os a promoção significativa nas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. Daí, o ensino por investigação poderá possibilitar a superação da metodologia da superficialidade provocando uma mudança conceitual, metodológica e atitudinal, pois o objetivo do ensino por investigação não é formar verdadeiros cientistas, tampouco obter única e exclusivamente mudança conceitual. O que pretende, principalmente, é formar cidadãos que pensem sobre as coisas do mundo de forma não superficial e capazes de nele interferir. Por isso, Campos e Nigro (1999, p. 29) afirmarem que:

Para superar a metodologia da superficialidade, os alunos devem realizar suas atividades de forma que se aproximem cada vez mais do “fazer ciências” dos verdadeiros cientistas. Acredita-se que, ao trabalhar dessa maneira, os alunos terão a oportunidade de enfrentar problemas reais e procurar soluções para eles. É lógico que, para fazer isso, usarão inicialmente o que têm na mão: os seus conhecimentos prévios. Posteriormente, poderão

usar ideias novas que certamente irão surgindo à medida que caminham em um ciclo investigativo.

Assim, presume-se que o ensino por investigação provocará nos alunos uma mudança significativa na forma de pensar, agir e principalmente na construção do conhecimento sobre a natureza mais próxima do científico.

Gil Pérez (1999 *apud* CAMPOS E NIGRO, 1993, p. 28), estabelece resumidamente orientações para o ensino aprendizagem de ciências por investigação:

- a) propor situações problema
- b) propor o estudo qualitativo da situação problema e formulação das primeiras hipóteses explicativas
- c) tratar cientificamente o problema a ser investigado, pela:
- d) - validação e reformulação das primeiras hipóteses explicativas
- e) - elaboração e realização de experimento
- f) - análise do resultado experimental à luz da hipótese explicativa (o que pode converter em situação de conflito cognitivo).
- g) lidar com as informações obtidas, formulando novas hipóteses, sínteses e novos problemas a serem investigados.

Pode-se dizer, portanto que o ensino por investigação está associado a uma mudança conceitual – relacionada à aquisição de conceitos, metodológica - que consiste na capacidade que o aluno terá de criar estratégias no sentido de avançar na produção do seu conhecimento e atitudinal – novas formas de comportamento valorizando o desenvolvimento de atitudes e valores inclui mudança de conduta tanto dos professores quanto dos alunos. Sendo assim, os conteúdos a serem ministrados merecem destaque e atenção para que o objetivo da disciplina seja alcançado pelo método investigativo. Pressupõe-se, que o conteúdo a ser ministrado deverá fornecer o conteúdo conceitual, ou seja, do “saber sobre”, conteúdos procedimentais, ou seja, do “saber fazer” e os conteúdos atitudinais, o “ser”. Essa classificação foi feita pelo pesquisador espanhol César Coll et al (1987) e, atualmente, está proposta nos PCN’s.

Assim, com a classificação dos conteúdos é possível planejar as unidades didáticas com mais clareza que possivelmente possibilitará a superação da metodologia da superficialidade. Portanto, o ensino de ciências deve contemplar todos os tipos de procedimentos

mencionados. Pro Bueno *et al* (1995 *apud* CAMPOS E NIGRO, 1993, p. 48), descrevem e classificam no Quadro I quais seriam os principais conteúdos procedimentais relacionados ao ensino de ciências por investigação:

**Quadro 01 - Conteúdos procedimentais relacionados ao ensino de ciências por investigação**

<b>Quadro I - Conteúdos procedimentais relacionados ao ensino de ciências por investigação</b>	
<b>Conteúdo necessário para a realização de uma investigação</b>	<b>Descrição</b>
• Observação de objetos e fenômenos	• Registro qualitativo dos dados e descrição das observações.
• Mediação de objetos e sistemas	• Registro quantitativo dos dados; seleção de instrumentos de medidas adequadas; estimativa de uma medida e da precisão de um instrumento.
• Reconhecimento do problema	• Utilização de critérios para classificar; planificação e aplicação de chaves de categorização.
• Formulação de hipóteses	• Estabelecimento de ideias testáveis para resolver um problema; dedução de previsões a partir de uma pesquisa ou conhecimento teórico.
• Identificação e controle de variáveis	• Delimitações das variáveis relevantes e irrelevantes em um problema ; estabelecimento de dependência entre as variáveis.
• Montagens experimentais	• Seleção de testes ou experiências adequadas para testar uma hipótese, estabelecimento de estratégias de resolução adequada.
• Técnicas de investigação	• Conhecimento de processos experimentais que podem ser úteis para o trabalho de laboratório; conhecimento de estratégias de investigação básicas para a resolução de problemas.
• Análise de dados	• Organização (quadro e tabelas) e representação de dados (gráficos), processamento dos dados e explicações de seu significado; formulações de tendências ou relações entre variáveis.
• Estabelecimento de conclusões	• Estabelecimento e avaliação crítica de resultados experimentais e do processo de obtenção; elaboração de informes científicos sobre o processo ( relatório científico).

Fonte: CAMPOS E NIGRO, 1993

A definição do conteúdo procedimental envolve estratégias de repetição contextualizada de ações que dependerá principalmente da proposição do problema. Portanto, é necessário que se tenha um problema verdadeiro para definição do conteúdo procedimental que se constitui na etapa mais importante do processo investigativo.

Toda investigação é norteada a partir da existência da proposição de uma situação-problema que acompanha todo o processo investigativo. Nesse contexto, o professor desempenha o papel de guia e orientador das atividades. Todavia, é necessário que o problema seja verdadeiro. Dessa forma, um problema verdadeiro está relacionado a “uma situação que não se ajusta aos nossos conhecimentos e cria uma tensão e ambiguidade, o suficientemente próxima de nós para despertar nosso interesse” (GARRET, 1995).

Inácio et al (1995 apud CAMPOS E NIGRO, 1993, p. 72), propõem um resumo de critérios significativos usados durante a proposição, a resolução e na avaliação de problemas, que poderá servir de apoio na definição da proposição de verdadeiros problemas aos alunos:

No que se refere à proposição do problema:

- a) propor tarefas abertas, porém não genéricas e vagas, ou seja, tarefas que admitem várias possibilidades de resolução;
- b) modificar o formato do problema, evitando que o aluno associe uma forma de apresentação a um tipo específico de problema;
- c) diversificar os contextos no que se propõe a aplicação de uma mesma estratégia, fazendo com que o aluno trabalhe os mesmos problemas em diferentes momentos do currículo e diante de conteúdos conceituais diferentes.
- d) propor tarefa não só como um formato acadêmico, mas sim relacionadas a situações cotidianas e significativas para o aluno.
- e) adequar o enunciado do problema ao objetivo da tarefa. Utilizar em diferentes momentos, formatos mais abertos em função desses objetivos.
- f) utilizar o problema para diferentes finalidades durante o desenvolvimento ou a sequência didática de um tema, evitando que as tarefas práticas apareçam como ilustração, demonstração ou exemplificação de conteúdos previamente apresentados pelos alunos.

Durante a resolução do problema:

- a) habituar os alunos a refletir e a tomar decisões sobre o processo de resolução, concedendo-lhe crescente autonomia na tomada de decisões.
- b) incentivar a cooperação entre os alunos na realização das tarefas. Também incentivar a discussão e a manifestação de diferentes pontos de vista. Desse modo o aluno irá explorar o problema para confrontar suas respostas com outras formas alternadas de resolução.
- c) proporcionar aos alunos as informações que necessitam durante ao processo de resolução. Realizar um trabalho de apoio, incentivando nos alunos o hábito de se perguntarem em vez de simplesmente responderem às perguntas.
- d) dar tempo e espaço para que eles se dediquem intensamente à resolução dos problemas. Para isso, organizar adequadamente os grupos de trabalho, fornecer o tempo necessário para a resolução de um problema e viabilizar a realização de experimentos.

Na avaliação:

- a) concentrar a avaliação no processo de resolução adotado pelo aluno, e não na correção final da resposta obtida pelo aluno. Ou seja, avaliar mais do que corrigir.
- b) avaliar especialmente o grau em que o processo de solução implica uma planificação prévia, uma reflexão durante a realização da tarefa e uma auto - avaliação por parte do aluno do processo seguido.
- c) avaliar a reflexão e a profundidade das soluções alcançados pelos alunos, e não tanto a rapidez com que são obtidas.

A definição da situação problema deverá despertar no aluno o interesse pela busca de resposta favorecendo uma situação de desequilíbrio. A proposição de verdadeiros problemas suscita a perplexidade e o interesse dos alunos. Além disso, “favorece que eles desenvolvam diferentes habilidades e o gosto pelo “fazer” bem feito; aumenta sua auto-estima e sua confiança para enfrentar e explicar fatos novos” (CAMPOS E NIGRO, 1999, p.73).

No ensino com perspectivas investigativas o professor precisa se dedicar a definição do planejamento da unidade didática levando em consideração as concepções alternativas e o nível cognitivo do aluno, ou seja, os aspectos psicológicos relacionados ao ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, os alunos passam de meros observadores das aulas para integrante essencial na busca pelo conhecimento, argumentando, pensando, agindo, questionando, testando hipóteses construindo seu próprio conhecimento. Cabendo ao professor a função de direcionar as discussões, provocar, propor novas questões e ajudar a nortear as ideias dos alunos.

Zaballa, 1993 *et al* (1999 *apud* CAMPOS E NIGRO, 1993, p. 112), definiu algumas características que podem servir de parâmetro ou questionamento para o professor avaliar o objetivo das atividades a serem realizadas em uma unidade didática, a saber:

- a) permitir saber quais são os conhecimentos prévios dos alunos;
- b) apresenta conteúdos que sejam significativos e funcionais para os alunos;
- c) é adequada ao nível de desenvolvimento dos alunos;
- d) levar em conta as competências atuais dos alunos e a possibilidade deles avançarem;
- e) provoca um conflito cognitivo (e também metodológico e atitudinal), promovendo atividade mental do aluno necessária ao estabelecimento de novas relações entre os conhecimentos prévios e o conteúdo novo;
- f) é motivadora em relação à aprendizagem de novos conteúdos, promovendo assim uma atividade favorável dos alunos para com a atividade;
- g) estimula a auto-estima e a autoconfiança em relação a atividade que se propõem;
- h) ajuda o aluno a ir adquirindo habilidades relacionadas com o “aprender a aprender”, o que gradativamente lhe permitirá ser mais autônomo em sua aprendizagem.

Ao planejar uma unidade didática o professor poderá utilizar como parâmetros as características supracitadas, pois contemplam a valorização do conhecimento prévio, adequação do conteúdo, motivação, estimula a auto-estima e auto confiança e a provocação do desequilíbrio cognitivo. Visto que, é importante que o professor promova aprendizagem de todos os conteúdos: conceitual – que remete ao conhecimento construído pela humanidade ao longo da história, ou seja, refere-se aos fatos, princípios e conceitos, procedimental– que consiste em “saber sobre”, ou seja, a técnica, métodos ou destrezas e atitudinal – relacionado ao comportamento que se acreditam favorecer o aprendizado de conteúdos procedimentais e conceitual.

É o professor que propõem problemas a serem resolvidos que irão gerar ideias para serem discutidas e que permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios, promove a

oportunidade para reflexão, indo além das atividades puramente prática; estabelece métodos de trabalhos colaborativos em um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas (Carvalho et al, 1998).

Neste sentido, o ensino por investigação com perspectivas investigativa possibilita ao aluno autonomia e desenvolve capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias das Ciências da natureza na busca de novas respostas. Os objetivos de aprendizagem que se pretendem com um resultado do método investigativo incluem, segundo Campos e Nigro (1999, p.152).

- a) Desenvolver a autonomia dos alunos;
- b) Promover aprendizagem significativa pela mudança não só conceitual, mas também metodologia e atitudinal;
- c) Possibilitar a visão de ciências como uma interpretação do mundo, e não como um conjunto de respostas prontas e definidas;
- d) Desenvolver amplamente habilidade e capacidade relacionadas à aprendizagem.

O desenvolvimento da prática investigativa requer a delimitação da proposição de um problema verdadeiro, a definição da unidade didática, determinação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais para que possa favorecer aos objetivos do ensino por investigação, Campos e Nigro (1999, p. 156) descrevem:

- a) Que os alunos expressem suas ideias, explicitem suas hipóteses e seus modelos explicativos.
- b) As manifestações das diversidades de opiniões.
- c) Situações de contraste e de conflito de ideias.
- d) Ambiente propício ao trabalho cooperativo mais do que ao trabalho competitivo.
- e) A realização de teste de hipótese (por meio de experimentos, por exemplo).
- f) Que o mesmo problema possa ser abordado por diferentes alunos ou por grupo de alunos de diversas maneiras.
- g) Situações de comunicação e discussão das conclusões obtidas a partir das tarefas realizadas.
- h) Uma visão da ciência como uma interpretação do mundo, e não como um conjunto de respostas prontas e definidas.

A importância das atividades investigativas tem sido bastante ressaltada devido ao fato de colocarem os alunos como sujeitos ativos nas várias etapas de resolução de um problema que envolva um processo experimental ou teórico. Esse tipo de atividade, apesar da complexidade e do tempo que costuma demandar, pode ser considerada, uma tarefa desafiadora ao fazer novas exigências ao estudante e que, por esse motivo, estimula seu intelecto a evoluir para níveis mais elevados (OLIVEIRA, 2010).

Assim sendo, o ensino baseado em perspectivas investigativas apresentar como objetivos principais o desenvolvimento do conhecimento científico e da capacidade de raciocínio. Mesmo compreendendo que não é papel da docência produzir ciência no âmbito do ensino médio, inobstante é relevante seu uso didático ao possibilitar o ensino de química motivador para os alunos, capacita-os a desenvolver e a aplicar conceitos básicos de ciência e permite que se sejam os próprios alunos a construir conceitos mais próximos do científico e vinculados aos saberes do cotidiano, compreendendo assim o significado do saber químico para sua vida.

## **2.2 Aprendizagem cooperativa**

A aprendizagem cooperativa é uma estratégia de ensino que valoriza a interação e o diálogo no processo de construção do conhecimento, baseada em atividades em grupos cooperativos. A aprendizagem cooperativa tem uma história bem antiga. Segundo Johnson e Johnson, 1982 (apud LOPES e SANTOS, 2009, p.13): “[...] a capacidade para trabalhar cooperativamente foi um dos fatores que mais contribuiu para a sobrevivência da nossa espécie”. Segundo Marreiros et al (2001) o conceito de aprendizagem cooperativa prefiguram os trabalhos desenvolvidos por Vygotsky (1934), cujas as observações descrevem que os alunos aprendem mais e melhor quando trabalham em cooperação com companheiros mais capazes, se atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos. O aluno não constrói o seu conhecimento na forma puramente individual, mas através da interação social. Estes estudos foram muito importantes e serviram de referência para muitas investigações de vários autores contemporâneos no âmbito da aprendizagem cooperativa. Segundo Fontes e Freixo (2004) a teoria socioconstrutivista, decorrente dessas mesmas ideias, compreende que a construção social do conhecimento é um processo complexo, mediado pelo contexto sociocultural e histórico da criança e segundo a qual pensamento, linguagem e cultura caminham de mãos dadas. Nesse

contexto, a aprendizagem processa-se gradualmente através do nível de interação social a que o indivíduo é exposto. Vygotsky identificou três zonas de desenvolvimento: a zona de desenvolvimento real, definida como aquilo que o indivíduo é capaz de fazer sozinho; a zona de desenvolvimento potencial, que é aquela onde o aluno necessita de ajuda para elaborar uma determinada tarefa e, por fim, a zona de desenvolvimento proximal que é expressa na diferença entre aquilo que o aluno realmente já possui e as ações para as quais ele necessita de apoio. É nesta última zona de desenvolvimento que o professor deve atuar no sentido de desenvolver as habilidades desejadas nos alunos.

Assim sendo, Vygotsky (1934, p. 104) afirma que a criança fará amanhã sozinha aquilo que hoje é capaz de fazer em cooperação. A interação entre alunos, principalmente em grupos pequenos, favorece uma aprendizagem mais rica através do diálogo que irá estimular o aparecimento de níveis de pensamento mais elevados, isto é, o pensamento crítico (Fontes e Freixo, 2004).

Entretanto, na aprendizagem cooperativa cumpre entender que cooperar significa uma ação conjunta para uma atividade comum. Assim, o ensino e aprendizagem baseado na aprendizagem em grupo torna a aquisição do conhecimento um processo ativo, efetivo e intersubjetivo. Assim, é por meio da construção do saber em conjunto com os membros do grupo, que se busca adquirir novos conhecimentos. A base da aprendizagem colaborativa está na interação e troca entre os alunos, com o objetivo de melhorar a competência dos mesmos no desenvolvimento de habilidades e na construção do conhecimento.

A aprendizagem com abordagem cooperativa apresenta várias definições que contribuem para a sua compreensão, tendo como ponto comum o construtivismo e o interacionista como forma de potencializar o ensino e aprendizagem. As diversas teorias, também evidenciam as notórias diferenças entre a conceituação da aprendizagem cooperativa.

Torres; Alcântara; Irala, 2004, (2004, p.3) definem a aprendizagem cooperativa como uma estratégia de ensino que encoraja a participação do estudante no processo de aprendizagem ativo e efetivo. É um conjunto de atividades educacionais também chamadas de aprendizagem cooperativa ou aprendizagem em pequeno grupo.

Para Lopes e Silva (2009, p. 4) a aprendizagem cooperativa “é uma metodologia com a qual os alunos se ajudam no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, visando adquirir conhecimentos sobre um dado objeto”.

No entender de Pujolás (2001 apud RODRIGUES, 2012, p.11) a aprendizagem cooperativa é uma atividade ou estratégia que tem em conta a diversidade dos alunos dentro de uma turma onde se privilegia uma aprendizagem individualizada que só será possível se os alunos cooperarem para aprender, afastando assim a aprendizagem competitiva e individualista. Esta forma de atuação dos alunos diferencia a aprendizagem cooperativa da aprendizagem tradicional.

Ainda Johnson e Johnson (apud Scheibel, *et al.*, 2009) consideram que, nas últimas três décadas, a aprendizagem cooperativa se tornou num moderno processo instrutivo que pode ser utilizado desde a educação infantil até o ensino superior. Segundo eles, a aprendizagem cooperativa é um termo genérico com o qual podemos utilizar uma multiplicidade de métodos para organizar e conduzir o ensino na aula.

Em suma, na aprendizagem colaborativa há a construção coletiva do saber com atividades que dão sentido a ação do grupo, o que torna o ensino e a aprendizagem dinâmica e atrativa. Pois, é no processo de gestão de atividades de estudo e pesquisa coletivas que os componentes do grupo se organizam, dividem tarefas, debatem ideias, interagem entre si, e consequentemente constroem o conhecimento. Cabendo ao professor a promoção de questionamentos; a indução do pensamento crítico; o sentimento da autonomia; o diálogo e a colaboração, contribuindo assim para a construção da interação produtiva. Desse modo, cria as condições para que o saber circule e seja partilhado entre todos.

De acordo com Torres, Alcântara e Irala (2004, p. 50) aprendizagem colaborativa caracteriza-se pela:

[...] participação ativa do aluno no processo de aprendizagem; mediação da aprendizagem feita por professores e tutores; construção coletiva do conhecimento, que emerge da troca entre pares, das atividades práticas dos alunos, de suas reflexões, de seus debates e questionamentos; interatividade entre os diversos atores que atuam no processo; estimulação dos processos de expressão e comunicação; flexibilização dos papéis no processo das comunicações e das relações a fim de permitir a construção coletiva do saber; sistematização do planejamento, do desenvolvimento e da avaliação das atividades; aceitação das diversidades e diferenças entre alunos; desenvolvimento da autonomia do aluno no processo ensino-aprendizagem; valorização da liberdade com responsabilidade; comprometimento com a autoria; valorização do processo e não do produto.

Com base nesses pressupostos, acredita-se que a aprendizagem por meios colaborativos apresentam papel importante no ensino e na aprendizagem de química. Visto que, o

ensino de Química é de suma importância para a formação crítica e participativa do aluno na sociedade, pois é a ciência que estuda a matéria, as transformações químicas por ela sofridas e as variações de energia que acompanham estas transformações. Esse tipo de aprendizagem possui significativa influência no âmbito escolar para a formação do cidadão. Daí, Cochito (2004, p. 18) destacar que a aprendizagem cooperativa:

Poderá também funcionar como modelo da aprendizagem da cidadania democrática e semente de coesão social, uma vez que 'elege' a heterogeneidade e o trabalho entre os pares como formas privilegiadas de produzir estereótipos e preceitos, ao proporcionar o conhecimento do outro, nas suas diferenças e semelhanças, na experimentação de um percurso e na construção de um propósito comum.

Segundo as bases teóricas fornecidas por Johnson e Colls (1999) para que o trabalho cooperativo seja funcional e produtivo é necessário apresentar os seguintes princípios e elementos:

- a) Interdependência positiva: sentimento do trabalho conjunto para um objetivo comum, na qual um se preocupa com a aprendizagem dos colegas;
- b) Responsabilidade individual: responsabilidade pela própria aprendizagem e pela dos colegas e contribuição ativa para o grupo;
- c) Interação face a face: oportunidade de interagir com os colegas de modo a explicar, elaborar e relacionar conteúdos;
- d) Habilidades interpessoais: competência de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflito;
- e) Processamento grupal: balanços regulares e sistemáticos do funcionamento do grupo e da progressão na aprendizagem.

Com os princípios e elementos bem definidos caberá ao professor definir com clareza o objetivo da atividade, explicar aos alunos a atividade a ser realizada, distribuir em grupos os alunos, promover uma relação de afetividade nos grupos, fazer intervenções quando necessário e direcionar, orientar e tirar as dúvidas acerca do tema trabalhado.

Para tanto, o professor precisa se dispor de métodos que estimulem e favoreçam a formação de pessoas mais comprometidas com os valores sociais e os princípios da solidariedade.

“O que possibilita a participação efetiva do indivíduo na produção e usufruto de valores e bens de um determinado contexto social (BRASIL, 1998)”.

A aprendizagem cooperativa representa do ponto de vista cognitivo uma oportunidade de êxito porque favorece ou proporciona (DIAZ AGUADO, 1996, p.136):

- a) aprendizagem observacional através dos modelos de aprendizagem cognitiva e pessoal que os colegas proporcionam;
- b) o conflito sócio-cognitivo que estimula a interação entre igual e maior motivação;
- c) maior quantidade de tempo de dedicação ativa à atividade do que a aula tradicional, o que implica maior nível de ativação e elaboração;
- d) alargamento das fontes de informações e rapidez com que se obtém o feed-back sobre os próprios resultados;
- e) atenção individualizada, uma vez que o trabalho com os colegas se situa mais frequentemente na área do desenvolvimento mais próximo da criança;
- f) oportunidade de poder ensinar os colegas, o que favorece a assimilação e a reorganização do aprendido de forma mais significativa.

Desse modo, “o conhecimento é construído coletivamente por meio das trocas constantes de informações, de pontos de vistas, de questionamentos, de resolução de questões e de avaliação” (TORRES; ALCÂNTARA; IRALA, 2004, p.1). O conhecimento é desenvolvido de indivíduo para indivíduo quebrando o paradigma de que o professor é o único responsável pelo desenvolvimento do aluno. Portanto, o foco dessa metodologia de ensino se fundamenta em considerar o aluno como o responsável pela construção de seu próprio conhecimento.

Visto que, a aprendizagem colaborativa apresenta papel importante no desenvolvimento cognitivo do aluno, bem como na aquisição de habilidade que ajudarão a compreender e interpretar o mundo em sua volta. Por ser baseado no trabalho em grupo, estimulará o aluno a se preocupar com o próximo desenvolvendo um compromisso social.

### **2.2.1 Método Jigsaw**

O método cooperativo de Jigsaw foi desenvolvido por Elliot Aronson e seus alunos da Universidade do Texas e da Universidade da Califórnia em anos setenta, que visava colocar os alunos em situações de interdependência. Sua origem é devido a uma crise da escola na

sequência da reforma, que tinha operado uma reestruturação do sistema de ensino, através do abandono repentino de escolas racialmente separados. Com o objetivo de facilitar a integração dos alunos com hispânicos e Africano colegas de língua Inglês, reduzindo o alto nível de incompreensão e de conflito nas escolas. O método foi subsequentemente desenvolvido por Slavin que se concentrou mais em trabalhos sobre o desenvolvimento de conceitos, em vez das habilidades e integração.

O método Jigsaw é caracterizado por sua ênfase no quebra - cabeça na interação entre grupos heterogêneos, em que a cada estudante é atribuído um papel da tarefa em que você pode comparar e preparar em um grupo paralelo. O trabalho de cada um é essencial para a plena compreensão e realização do produto final.

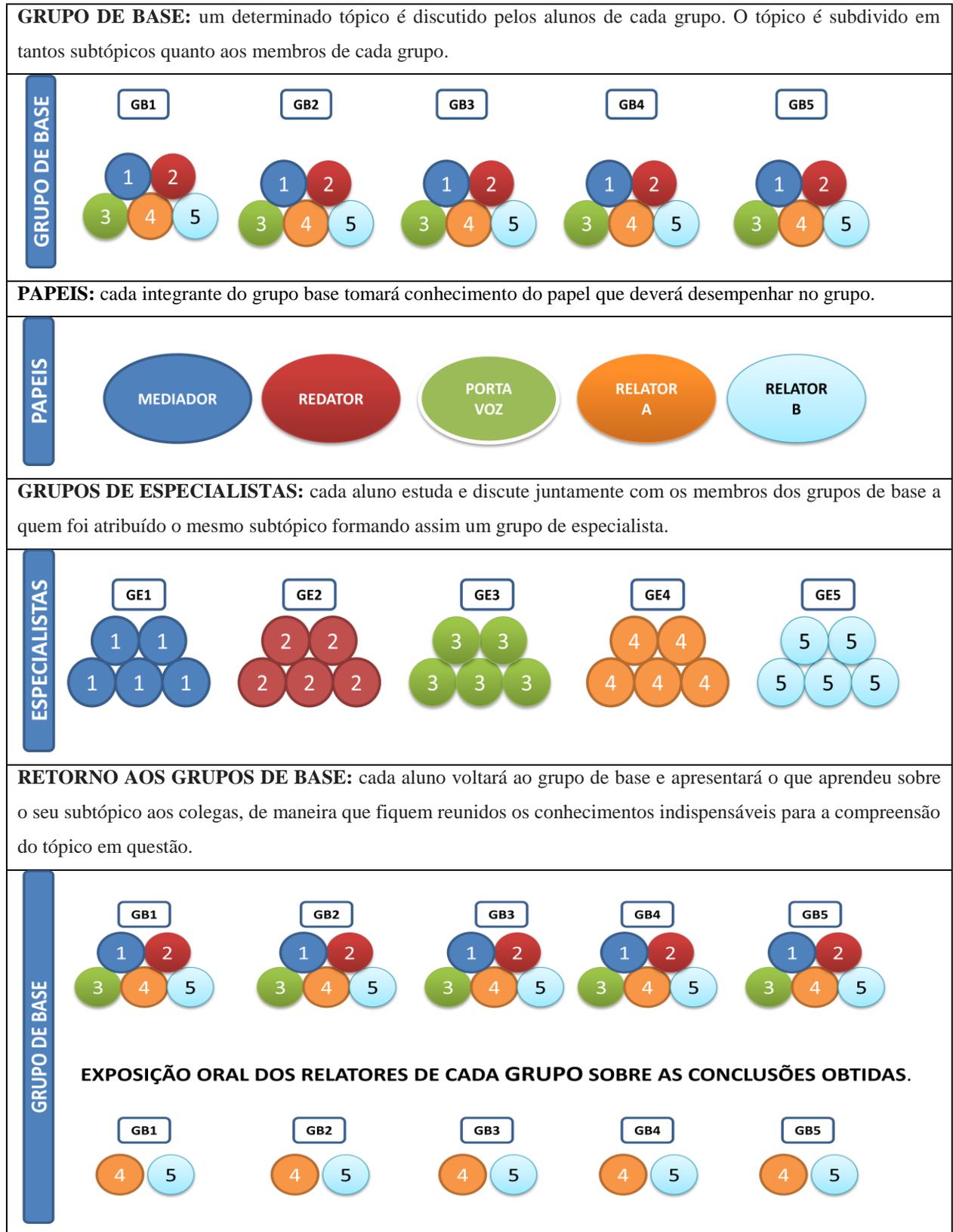
Neste método, em uma primeira fase, os alunos são distribuídos em grupos de base que constará de cinco integrantes com papéis claramente definidos, a saber:

- a) um redator: redige as respostas do grupo;
- b) um mediador: organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve os conflitos de opinião;
- c) dois relatores: expõe os resultados da discussão, e;
- d) um porta-voz: tira dúvidas com o professor.

Com a aplicabilidade do método de Jigsaw os alunos buscam benefícios para si mesmo e, ao mesmo tempo, para todos os outros integrantes do grupo, pois seu processo didático de estudos implica que um determinado tópico é discutido por todos de cada grupo. O tópico é subdividido em tantos subtópicos quantos os membros do grupo. Numa segunda fase, cada aluno estuda e discute com os membros dos outros grupos a quem foi distribuído o mesmo subtópico, formando assim um grupo de especialistas. Posteriormente, cada um voltará ao grupo de base e apresenta o que aprendeu sobre o seu subtópico aos seus colegas, de maneira que fiquem reunidos os conhecimentos indispensáveis para a compreensão do tópico em questão. Cada um, na verdade, desempenha um papel essencial na atividade de aprendizagem . “Cada estudante precisa aprender a matéria para ‘si próprio’ e também explicar aos seus colegas, de forma clara, o que aprendeu (COCHITO, 2004, p.31)”.

Representação esquemática (Quadro 2) de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem Jigsaw.

**Quadro 02 – O método Jigsaw.**



Fonte: Pesquisa direta.

Em síntese, o método de Jigsaw consiste em uma técnica de aprendizado na qual a socialização é um dos principais aspectos e cujo princípio é incentivar a aprendizado cooperativo, pois se acredita que se reduzem comportamentos e atitudes negativas entre os alunos, promovendo ainda envolvimento, motivação e satisfação.

### **3 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: CAMINHOS DE UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA**

O principal objetivo deste capítulo é salientar possíveis práticas pedagógicas contribuintes para veiculação do conhecimento relativo à eletroquímica. Visto que, o ensino de eletroquímica praticado no âmbito escolar não tem atraído, nem tanto pouco provocado nos alunos mudança conceitual, metodológica e atitudinal.

Assim sendo, o capítulo vem dividido nos subitens que seguem: no item 3.1 “Os conhecimentos de eletroquímica: uma abordagem contextualizada” será pautada a abordagem contextualizada do conteúdo relativo à eletroquímica com intuito de potencializar a aprendizagem e mostrar aos alunos que aquilo que se aprendem, em sala de aula, tem aplicação prática em nossas vidas. No item 3.1 “A importância do uso de materiais alternativos” descreve a importâncias de praticas pedagógicas utilizando material alternativo. Nos itens 3.2, 3.3 e 3.4, abordam atividades investigativas ancoradas a aprendizagem cooperativa, respectivamente, “Adquirindo conhecimentos básicos relativos à eletroquímica, Como evitar ferrugem e Pilhas”, sugestões de atividades com cunho investigativo arrimado à aprendizagem cooperativa.

#### **3.1 Os conhecimentos de eletroquímica: uma abordagem contextualizada**

A eletroquímica é um ramo da química responsável por conceituar e contextualizar as reações químicas que envolvam um condutor, o eletrólito que acabam resultando na troca de elétrons entre o eletrodo e o eletrólito. Isto é, estuda as reações que produzem corrente elétrica através de reações chamadas de oxidação e redução e as reações que ocorrem por intermédio do fornecimento de corrente elétrica, conhecidas como eletrólise. As reações ocorrem trocas de elétrons entre os átomos e os íons. No ensino médio esse conteúdo exige certa atenção dos alunos, por possuir inúmeras designações e fórmulas.

Os elementos presentes em uma reação química são caracterizados pelo número de elétrons (partículas de carga negativa) que possuem a variação entre a perda e ganho de elétrons em uma reação definirá se o átomo ou íon sofreu oxidação (perda de elétrons) ou redução (ganho de elétrons).

A eletroquímica está muito presente no nosso dia-a-dia. Está presente basicamente em pilhas e baterias utilizadas em aparelhos eletrônicos, como celular, controle remoto, lanternas, filmadoras, calculadoras, brinquedos eletrônicos, rádios à pilha, computadores, e muitos outros.

A pilha é a representação mais convencional da eletroquímica dentro do ambiente escolar, através de uma simples representação é possível demonstrar de maneira bastante lúdica como ocorre o processo de ganho e perda de elétrons através do condutor com consequente geração de energia.

Hoje se fala muito da economia energética, cuidado ambiental e reciclagem, dentro destas preocupações temos as pilhas e baterias, praticamente ela enfoca todas as preocupações energética e ambiental da atualidade. As pilhas e baterias possuem em sua constituição elementos economicamente viáveis sendo de interesse seu reaproveitamento, estas baterias quando descartadas a céu aberto podem ser liberar metais pesados ao meio ambiente que de uma forma ou de outra pode afetar os seres vivos. Além, da preocupação ambiental a crise energética leva o Homem a procurar novas fontes de energia e como armazená-la; por esta ótica as baterias possuem uma posição privilegiada para acumulo de energia elétrica não só a proveniente do sol, mas também a de células de combustíveis, assim, a utilização destas devem aumentar nos próximos anos. Para colocar o aluno frente à problemática do tema é necessário, entender as reações de óxido-redução que permitem aproveitar o fluxo de elétrons para a realização de trabalhos como acender uma lâmpada, acionar o alarme de um carro ou fazer funcionar um motor.

Atualmente existe uma diversidade de pilhas e baterias muito grande. Elas podem variar em diferentes aspectos: forma, tamanho, sistemas de oxidação e redução e capacidade de carga, etc. As pilhas eletroquímicas são sistemas químicos frequentemente denominados células eletroquímicas, estas consistem de dois eletrodos, ou seja, de duas placas condutoras: um denominado cátodo e outro ânodo.

No cátodo, ocorre a redução dos cátions: no ânodo, a oxidação do metal. O ânodo e o cátodo são separados por membrana semipermeável que permitem a passagem de íons entre eles. Essas membranas variam de acordo com o módulo da pilha. O funcionamento de qualquer pilha é determinado pelo fluxo de elétrons entre os eletrodos. Os elétrons são liberados no ânodo, a partir da semi-reação de oxidação, e percorrem o circuito externo até o cátodo, sendo transferidos para a semi-reação de redução.

A quantidade de elétrons produzida no ânodo deve ser igual à quantidade consumida no cátodo, conservando a energia e massa no processo. Cada metal possui capacidade própria de doar ou receber elétrons, por isso, para saber se um metal será oxidado ou se seus íons serão

reduzidos, em uma pilha, é necessária a visualização e compreensão de cada semi-reação que envolve as reações eletroquímicas.

O potencial elétrico produzido em uma célula eletroquímica depende dos metais que formam os eletrodos, já a intensidade de corrente depende da área superficial dos eletrodos e da concentração de cada íon ativo em solução. Como exemplo maior, comumente cita-se a pilha de  $\text{Cu}^\circ/\text{Cu}^{2+} // \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^\circ$ , conhecida como a pilha de Daniell. Este dispositivo é constituído basicamente por uma semi-células de  $\text{Cu}^\circ/\text{CuSO}_4$  1,0mol/L e  $\text{Zn}^\circ/\text{ZnSO}_4$  1,0 mol/L, em compartimentos separados, e unidos por meio de ponto de salina, esta última é feita com um tubo de vidro, em forma de U invertido, contendo soluções aquosa saturada de eletrólito, tapada nas extremidades por chumaços de algodão. Ao se conectar os dois eletrodos metálicos com um fio externo contendo uma lâmpada de voltagem adequada, tem-se uma pilha funcionando como fonte de corrente, isto é, realizando um trabalho: acendendo uma lâmpada o fio externo e a ponte salina permite que o circuito elétrico entre os dois eletrodos seja fechado. No caso, a reação em cada uma das semi-células é:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^\circ$  (ganho de massa na placa ou Cu)  $E^\circ = 0,34\text{V}$ .  $\text{Zn}^\circ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$  (perda de massa da placa de Zn)  $E^\circ = 1,10\text{V}$ . Conforme o ilustrado o zinco metálico sofre oxidação enquanto o cobre sofre redução, permitindo vislumbrar que o fluxo de elétrons no fio externo vai do eletrodo de zinco para o de cobre. Consequentemente, na solução, íons negativos migram para o compartimento de zinco (neutralizando o excesso de íons  $\text{Zn}^{2+}$  formados) e, ao mesmo tempo, íons positivos migram para o de cobre (suprindo o consumo de íons  $\text{Cu}^{2+}$ ).

Neste caso, mantém-se a eletro neutralidade do sistema fechando o circuito. Tanto o fio como a ponte salina são condutores (um eletrônico e outro iônico) que permitem a passagem de corrente entre os eletrodos metálicos: dos dois condutores, o que tiver maior resistência elétrica (usualmente a ponte salina) praticamente determinará o valor da corrente elétrica que poderá circular pela pilha. Daí a importância de que a resistência elétrica da ponte salina seja a menor possível. Outro exemplo de pilha é a de duas lâminas de zinco, duas de cobre e quatro tiras de papel-filtro, sendo duas embebidas em solução de sulfato de cobre e duas em solução de sulfato de zinco. A montagem da pilha é feita por empilhamento, seguindo a sequência: placa de cobre, papel com sulfato de cobre, papel com sulfato de zinco, placa de zinco; a seguir, repete-se a mesma sequência. Conectando-se uma lâmpada às placas de zinco e de cobre, a mesma acende, porém mantém-se acesa por pouco tempo. Quando em funcionamento, o fechamento do circuito

ocorre de forma similar à da outra pilha, isto é, íons  $Zn^{2+}$  e íons  $Cu^{2+}$  migram na direção dos eletrodos de cobre, enquanto íons sulfatos migram na direção dos eletrodos de zinco.

O potencial elétrico (potência) de uma pilha é a sua capacidade de deslocar elétrons através de um circuito fechado externo, fornecendo uma diferença de potencial (ddp), entre pólos que é medida em volts (V). Existem vários tipos de pilhas no mercado: pilha seca de zincocarbono, pilhas alcalinas, pilhas de níquel-cádmio, pilhas miniaturas, baterias de chumbo-ácido e células de combustível. A deposição de metais sobre o eletrodo pode alterar o aspecto de uma peça metálica qualquer, tornando-a mais nobre e aumentando seu valor. Para que este metal seja revestido por uma fina película de metais nobres, ouro ou prata basta que o eletrodo tenha afinidade estrutural com o metal nobre e que seja aplicado um potencial adequado para que a reação de interesse ocorra.

Peças metálicas decorativas de automóveis, motos ou bicicletas, para se tornarem mais brilhantes e atrativas, são revestidas com cromo (cromadas), e muitas peças de aço recebem uma película de zinco para protegê-las da corrosão. Essa técnica de revestimento de uma peça metálica por outro metal é a eletrodeposição metálica ou galvanoplastia, que é uma aplicação industrial da eletrólise.

O processo de deposição de finas camadas de metais sobre objetos ocorre pela passagem de corrente elétrica em solução eletrolítica. O objeto a ser revestido constitui o cátodo numa solução cujo eletrólito tem como cátion o metal a ser depositado. Há casos nos quais o metal a revestir é colocado no ânodo, onde é oxidado para, posteriormente, ser depositado por redução no cátodo. Prata e ouro são muito utilizados para revestir joias feitas com metais mais baratos. A prata é também utilizada no revestimento de talheres. Níquel e cromo são muito utilizados em revestimentos de peças industriais e automotivas devido ao custo relativamente baixo, à grande resistência à corrosão e à beleza estética.

Processo de eletrólise bem controlado pode ser utilizado para a obtenção de metais puros. Alguns exemplos são a recuperação de prata de filmes fotográficos e de radiografias e a obtenção de alumínio através de seu minério. Outro conceito estudado que tem relação com a eletroquímica é o processo de corrosão. É um fenômeno natural que ataca as estruturas de metal e suas ligas. Uma das formas de evitar ou diminuir a corrosão é revestir o material de metal com uma camada protetora que evite seu contato com o oxigênio e a água. Isso pode ser feito

aplicando-se uma camada de polímero (tinta a base de solvente orgânico) ou de outro metal mais resistente (eletrodeposição).

O primeiro é o que se faz, por exemplo, como os eletrodomésticos de metal e carros, o segundo é muito utilizado em torneiras e acessórios metálicos para banheiro. Em grandes estruturas sujeitas à corrosão utiliza-se a técnica de proteção catódica que consiste em colocar em contato com o metal que se quer proteger um pedaço de metal que se oxida mais facilmente que ele. Dessa maneira constitui-se uma pilha na qual o metal a ser protegido é o cátodo e outro metal, o ânodo. Em situações que favoreçam a transferência de elétrons, este segundo metal irá se oxidar evitando a corrosão do metal a ser protegido, por isso, chamado de ânodo de sacrifício. Estruturas e materiais metálicos em contato com a terra e com a água também necessitam de proteção catódica. Esses são casos de torres de transmissão de corrente elétrica, tanques de combustível enterrados sob postos, tubulações subterrâneas de água e combustíveis.

Assim, o conhecimento relativo à eletroquímica é de suma importância para o aluno compreender, ler e interferir o mundo que o cerca, o que o torna um cidadão ativo e participativo na sociedade. Nunca se deve perder de vista que o ensino de Química visa a contribuir para a formação da cidadania e, dessa forma, deve permitir o desenvolvimento de conhecimentos e valores que possam servir de instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo (BRASIL, 1999).

Buscando identificar contribuições do desenvolvimento de atividades investigativas arrimada a aprendizagem cooperativa para os processos de ensino e aprendizagem de Química, no que se refere ao ensino de eletroquímica, elaborei 4 (quatro) atividades que apresento a seguir.

As atividades foram elaboradas na perspectiva de uma investigação colaborativa que privilegie as relações entre teoria e prática com abordagem contextualizada, tendo como características “a descoberta, a exploração, a pesquisa e a autonomia” (PORFÍRIO e OLIVEIRA, 1999) e, possibilitando a criação da cultura investigativa e cooperativa na construção e aquisição de novos saberes.

### **3.1.1 A importância do uso de materiais alternativos**

A química é uma ciência eminentemente experimental necessitando para a sua compreensão o desenvolvimento de atividades teóricas e práticas. É sabido que os alunos têm grande dificuldade de assimilar os conteúdos de química abordados em sala de aula, pois

abordagem do conteúdo é apenas teórica possibilitando o desentendimento e até mesmo um desinteresse em relação à disciplina.

As atividades práticas, muitas das vezes deixam de ser praticada pela ausência de laboratórios equipados e, em muitos casos, de espaço físico apropriado, acaba por limitar a possibilidade de realização de aulas experimentais nas escolas. Embora atividades práticas aconteçam com pouca frequência, à maioria dos professores acredita que as aulas práticas contribuem consideravelmente para compreensão da teoria, possibilitando uma aprendizagem significativa e atrativa. Podemos destacar que um laboratório não precisa ter equipamentos sofisticados, podem-se montar aparelhagens usando materiais alternativos e baratos, e às vezes até mesmo “sucatas (SILVA e MACHADO, 2008), quanto mais simples e conceitual é o experimento ou protótipo, tanto mais instrutivo e atraente ele se torna” (SANTOS et al, 2005 )

O uso de material alternativo, como ferramenta contribuinte para o processo de ensino aprendizagem possibilita a excursão de experimentos a baixo custo tornando viável e atrativo a sua realização. Assim sendo, o ensino de química pode ser trabalhado com materiais encontrados e manipulados no dia-a-dia do aluno, sem, contudo, desmerecer a importância do laboratório e de recursos apropriados para este fim.

Acredita-se que o ensino de química deve contribuir para uma visão holística do conhecimento, colocando em ênfase, na sala de aula, conhecimentos que sejam relevantes e possam interagir no cotidiano do aluno. Assim sendo, a aprendizagem dos alunos deve ser baseada em princípios fundamentais da química mediante a observação e interpretação de fenômenos químicos, relacionando a teoria com práticas, para que esses possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas na mídia, na escola e com as pessoas.

### **3.1.2 Adquirindo conhecimentos básicos relativos à eletroquímica.**

**a) Abordagem inicial:** A prática de atividades investigativas arrimadas à aprendizagem cooperativa utilizando o método de Jigsaw possibilita ao estudo da química novas formas de abordar o conteúdo de eletroquímica com a promoção de um cenário de aprendizagem diferenciado possibilitando o desenvolvimento da autonomia dos alunos e o desenvolvimento amplo de habilidade e capacidade relacionadas à aprendizagem promovendo uma aprendizagem significativa. Nesse contexto os alunos desenvolvem habilidades relacionadas à cultura científica e aprendem a estruturar as etapas de resolução de um problema, buscar evidências para

fundamentar as ideias, levantar hipóteses para explicar o fenômeno, elaborar conclusões e relatar seus resultados. Acredita-se que essa metodologia potencializa o aprendizado porque leva o aluno a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas.

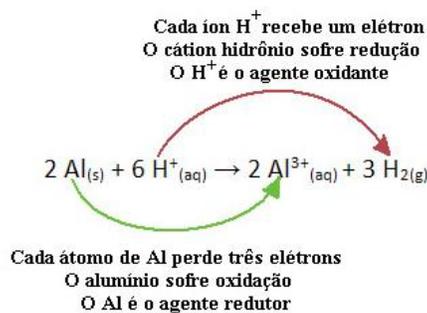
**b) Objetivo:** promover uma atmosfera investigativa e colaborativa para o desenvolvimento de conhecimentos básicos relativos à eletroquímica possibilitando aos alunos o desenvolvimento da autonomia e a construção de novos saberes.

**c) Fundamentação teórica:**

• **Narrativa investigativa 01**

Uma das características principais que distinguem uma reação de oxidoredução (ou *redox*) das demais é a presença de um agente oxidante e de um agente redutor, que podem ser definidos da seguinte maneira: O agente redutor é o que causa a redução da outra espécie química reagente e o agente oxidante causa a oxidação. Existem vários exemplos desses agentes no dia a dia.

Por exemplo, observe a reação química abaixo em que há a corrosão do alumínio (Al) em solução aquosa de ácido clorídrico (HCl). Os átomos de alumínio transferem elétrons para os cátions  $H^+$  e produzem o cátion  $Al^{3+}$ :



Note que como o Al transferiu elétrons, isso significa que ele causou a redução dos cátions  $H^+$ ; por isso ele é chamado de agente redutor. Já o cátion  $H^+$  retirou os elétrons do alumínio, causando a oxidação desse metal; portanto ele atua como um agente oxidante.

• **Narrativa investigativa 02**

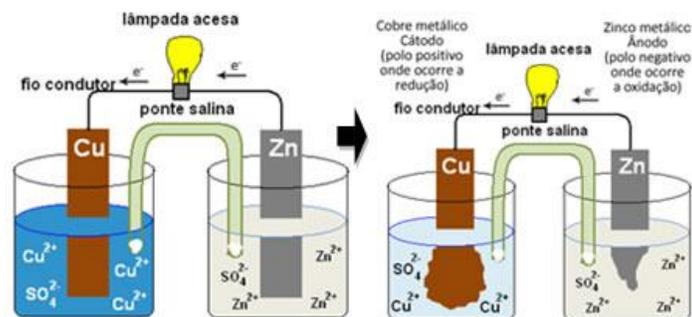
As pilhas se tornaram tão importantes em nosso cotidiano que merecem um estudo especial. São elas as responsáveis pelo funcionamento de computadores portáteis, relógios, telefones, calculadoras, rádios, e até na medicina, em marca-passos cardíacos.

As pilhas são dispositivos que possuem dois eletrodos e um eletrólito onde ocorrem reações de oxidorredução espontâneas que geram corrente elétrica. Os eletrodos são os condutores de corrente da pilha. O eletrólito é a solução que age sobre os eletrodos.

Toda pilha é um dispositivo em que ocorre uma reação espontânea de oxidorredução que gera corrente elétrica, que, por sua vez, é aproveitada para fazer algum equipamento funcionar.

As pilhas são sempre formadas por dois eletrodos e um eletrólito. O eletrodo positivo é chamado de cátodo e é onde ocorre a reação de redução. Já o eletrodo negativo é o ânodo e é onde ocorre a reação de oxidação. O eletrólito é também chamado de ponte salina e é a solução condutora de íons.

Para você entender como isso gera corrente elétrica, veja o caso de uma das primeiras pilhas, a pilha de Daniell, em que havia um recipiente com uma solução de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$ ) e, mergulhada nessa solução, estava uma placa de cobre. Em outro recipiente separado, havia uma solução de sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$ ) e uma placa de zinco mergulhada. As duas soluções foram ligadas por uma ponte salina, que era um tubo de vidro com uma solução de sulfato de potássio ( $\text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ ) com lã de vidro nas extremidades. Por fim, as duas placas foram interligadas por um circuito externo, com uma lâmpada, cujo acendimento indicaria a passagem de corrente elétrica:



O que acontece é que o zinco tem maior tendência de se oxidar, isto é, de perder elétrons, por isso, o zinco metálico da lâmina funciona como o eletrodo negativo, o ânodo, onde ocorre a oxidação:  $\text{Zn}_{(s)} \leftrightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2 e^-$ . Os elétrons perdidos pelo zinco são transportado pelo circuito externo até o cobre, gerando a corrente elétrica que liga a lâmpada. Os íons cobre da solução recebem os elétrons (reduzem-se) e transformam-se em cobre metálico que se deposita sobre a lâmina de cobre. Isso significa que esse é o eletrodo positivo, cátodo, onde ocorre a redução:  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \leftrightarrow \text{Cu}_{(s)}$ .

As pilhas atuais possuem esse mesmo princípio de funcionamento, em que um metal doa elétrons para outro, por meio de uma solução condutora, e é produzida a corrente elétrica. A diferença é que as pilhas usadas hoje são secas, porque não utilizam como eletrólito uma solução líquida, como ocorre na pilha de Daniell. Existem dois tipos básicos de pilhas: A pilha primária é uma pilha na qual a reação química acaba por destruir um dos eletrodos, normalmente o negativo. A pilha primária não pode ser recarregada. A pilha secundária é uma pilha na qual as ações químicas alteram os eletrodos e o eletrólito. Os eletrodos e o eletrólito podem ser restaurados à sua condição original pela recarga da pilha.

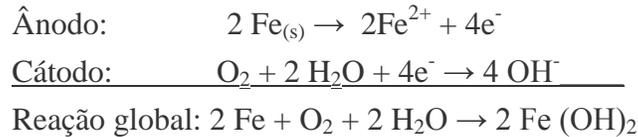
- **Narrativa investigativa 03**

O processo de corrosão dos metais se dá em virtude das reações de oxidorredução entres esses e outros agentes naturais como o oxigênio presente no ar. O potencial de redução desses metais costuma ser menor do que o oxigênio e por isso eles cedem seus elétrons, oxidando-se.

A corrosão dos metais é um processo natural em que o metal é deteriorado por meio de reações de oxidorredução entre ele e agentes naturais, principalmente o oxigênio do ar.

Esse processo causa grandes prejuízos econômicos e sociais, pois traz danos às estruturas de edifícios, carros, pontes, navios, etc. Além de as pessoas perderem alguns de seus bens materiais, torna-se necessário que a indústria produza mais desses metais apenas para substituir os que foram danificados. Por exemplo, no caso do ferro, a ferrugem provoca a perda de bilhões de dólares no mundo inteiro; 20% do ferro é produzido para substituição.

A corrosão ocorre porque os metais, com exceção do ouro e da platina, possuem potenciais de oxidação maiores que os do oxigênio. Dessa forma, eles perdem elétrons para o oxigênio presente no ar. Veja como isso se dá, por exemplo, na ferrugem do ferro, principalmente em lugares úmidos, como no litoral:

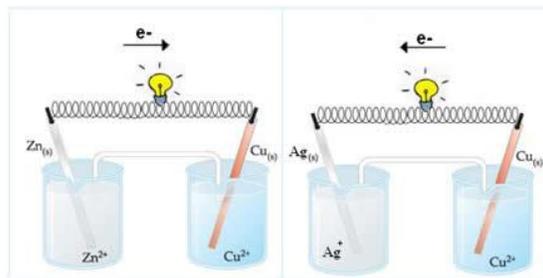


Observe que o ferro é oxidado, perdendo dois elétrons cada e outro fator é a presença de água. Ela acelera o processo de corrosão porque em sua presença formam-se íons que conduzem melhor os elétrons. Posteriormente, o  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  é oxidado formando a ferrugem:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ou  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

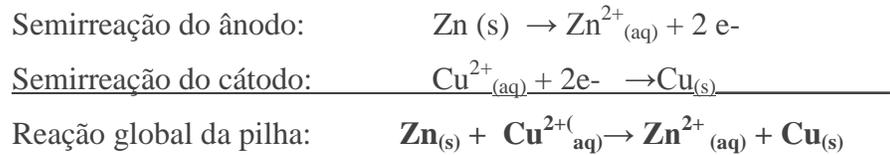
- **Narrativa investigativa 04**

Cada metal possui uma capacidade própria de doar elétrons, diferente da capacidade de outros metais. Essa diferença de reatividade pode ser vista, por exemplo, ao compararmos a oxidação do ferro e a do ouro. O ferro se oxida facilmente com o ar, enferrujando ao longo do tempo; já o ouro dificilmente se oxida.

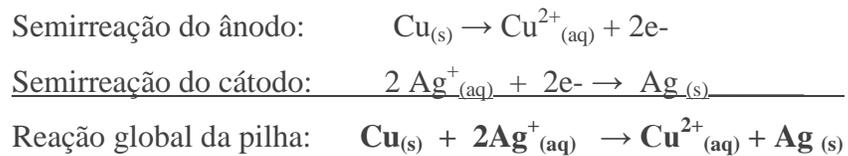
Isso também pode ser visualizado quando analisamos pilhas de diferentes metais. Por exemplo, observe duas pilhas diferentes em que se utiliza o mesmo eletrodo de cobre (placa de cobre mergulhada em um recipiente contendo uma solução de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ )):



Na primeira pilha (à esquerda), o eletrodo de zinco está agindo como ânion (polo negativo da pilha), pois ele está oxidando e assim doando elétrons para o cobre, que é o cátodo (polo positivo), e que está reduzindo. Isso é mostrado pelas semirreações que ocorrem nessa pilha e por sua reação global, escritas abaixo:



Já no segundo caso, o cobre está funcionando como o ânodo, pois dessa vez é ele quem está doando elétrons para o eletrodo de prata. A prata, portanto, é o cátodo que está recebendo os elétrons:



Isso nos ajuda a perceber que o zinco é o que tem mais facilidade para oxidar-se em relação ao cobre e à prata. Já a prata é a que tem mais facilidade para se reduzir. Assim, o potencial de redução ( $E_{\text{red}}$ )\* ou potencial-padrão de redução ( $E^0_{\text{red}}$ ) desses três elementos segue a seguinte ordem crescente:  $\text{Ag} > \text{Cu} > \text{Zn}$ .

Assim, se quisermos saber se um determinado metal irá oxidar-se ou se seus íons serão reduzidos em uma pilha, é necessário primeiro verificar qual é o outro metal presente nessa pilha. O metal mais reativo é aquele que tem maior tendência de doar elétrons. Na pilha, a espécie com maior potencial de redução ( $E_{\text{red}}$ ) sofrerá a redução.

- **Narrativa investigativa 05**

A proteção contra a corrosão do ferro pode ser feita por utilização de ferro inoxidável no lugar do ferro metálico, por pinturas protetoras como a de zarcão ou de estanho e por meio de metais de sacrifício, que é a técnica utilizada na galvanoplastia, em que há proteção catódica.

A corrosão de muitos metais, como o ferro, causa grandes prejuízos econômicos e sociais. O ferro, no entanto, enferruja, formando  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , que não é uma película de proteção. Pelo contrário, a ferrugem da superfície do metal vai se soltando e expondo continuamente o ferro metálico à condição ambiente. Desse modo, a corrosão prossegue até a total deterioração da peça. Assim, os cientistas, principalmente os químicos, desenvolveram métodos de proteção para o ferro e o aço, visto que não têm um processo de proteção natural.

No cotidiano, é muito comum o uso do zarcão para revestir peças metálicas, tais como portões, grades, janelas, entre outros. O zarcão é uma tinta constituída de uma suspensão oleosa de tetróxido de chumbo ( $Pb_3O_4$ ), que adere bem ao metal porque é um óxido insolúvel. Sua função é simplesmente impedir o contato do ferro com o oxigênio do ar. Se essa película protetora for riscada ou sofrer desgaste com o tempo, o ferro irá se oxidar, por isso a necessidade de manutenção constante.

#### **d) Prática pedagógica**

- *1ª etapa:* duração 15 minutos:

Formação dos grupos: Os alunos serão distribuídos em cinco grupos formados por cinco integrantes denominado grupo de base e cada integrante do grupo tomará conhecimento do seu papel a desempenhar no grupo, a saber: um (01) será o redator – redige as respostas do grupo, um (01) mediador- organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve os conflitos de opinião; dois (02) relator - expõem os resultados da discussão e um (01) o porta-voz - tira dúvidas com o professora

- *2ª etapa:* duração de 20 minutos:

O professor fará uma breve exposição sobre a importância do conhecimento relativo à eletroquímica e as condições necessárias para tal fenômeno. Em seguida, fará apresentação da seguinte pergunta que será discutida entre os membros dos grupos de base: A eletroquímica é a parte da química que estuda a relação entre corrente elétrica e as reações de transferências de elétrons? Em quais espaços e momentos do nosso dia a dia podemos identificar a presença dos conhecimentos relativos à Eletroquímica?

- *3ª etapa:* duração de 30 minutos

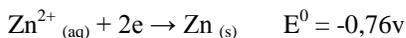
Após o período destinado à resolução da questão colocada na etapa anterior (: A eletroquímica é a parte da química que estuda a relação entre corrente elétrica e as reações de transferências de elétrons? Em quais espaços e momentos do nosso dia a dia podemos identificar a presença dos conhecimentos relativos à Eletroquímica?), cada aluno investigará a solução para a narrativa sobre reações de óxidos redução, agente oxidante e agente redutor, corrosão dos

metais, proteção dos metais e funcionamento da pilha, juntamente com os colegas dos outros grupos a quem foi atribuído à mesma narrativa, formando-se assim cinco grupos de especialistas. No Quadro 1, estão descritas as narrativas a serem investigadas pelos especialistas 2.

### Quadro 03 - Narrativas investigativas sobre o conhecimento relativo à eletroquímica

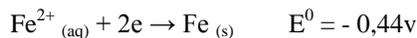
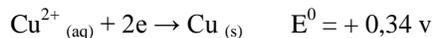
**Narrativa investigativa 01:** Dona Maria, senhora de 54 anos acorda todos os dias às 6 horas da manhã para organizar o lanche para seus filhos levarem para a escola. Certo dia, dona Maria resolveu trocar os biscoitos por uma deliciosa maçã, mas a quantidade de maçã não era suficiente para todos os seus filhos. Com isso, dona Maria resolveu dividir a maçã ao meio. Na hora do lanche seus filhos perceberam que a maçã havia escurecido, sem entender o que havia acontecido os filhos de dona Maria chegaram a casa reclamando do lanche. Ajude dona Maria a explicar o que aconteceu com a maçã. Qual a dica que você daria para a conservação da maçã? Que é o agente redutor e o agente oxidante desse fenômeno?

**Narrativa investigativa 02:** Lúcia é uma menina que gosta muito de metais. Gosta tanto que decidiu colocar dois dentes de zinco (Zn). Certo dia Lúcia estava comendo um bombom e o papel alumínio (Al) que o envolvia, bateu em um dos seus dentes de zinco e a garota sentiu um choque no dente. Porque será que Lúcia teve essa sensação de choque? Qual a reação global que descreve essa sensação?

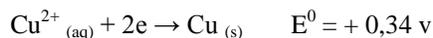


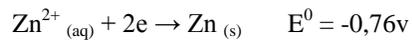
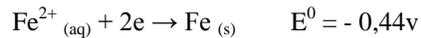
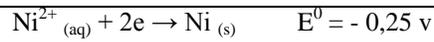
**Narrativa investigativa 03:** Seu Antonio, desde os 20 anos trabalha como encanador para sustentar seus sete filhos. Certo dia foi chamado a uma empresa para fazer uma tubulação de ferro contendo juntas (ligação entre tubos de ferro) feitas de cobre. Nessa tubulação passa uma solução aquosa. Logo, Seu João percebeu que a empresa está sofrendo de problemas de corrosão na tubulação. Com intuito de ajudar seu João a resolver seus problemas com a corrosão faça um relatório para o dono da empresa explicando porque está ocorrendo à corrosão. Quais as partes da tubulação mais afetadas e dê uma solução para o problema.

Dados:

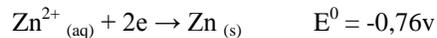
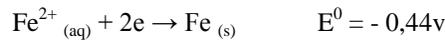
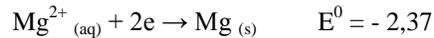
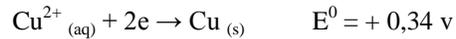


**Narrativa investigativa 04:** João tem 7 anos é apaixonado por objetos eletrônicos, ganhou de seu pai um belo carro de presente de aniversário, mas o desempenho do carro está relacionado com a voltagem da pilha, ou seja, quanto maior a potencia da pilha maior será o desenvolvimento do brinquedo. Seu Antonio, pai de João, louco para mostrar ao seu filho o desempenho do belíssimo carro resolveu criar uma pilha que possuísse alta voltagem. Quais dos eletrodos abaixo, Seu Antonio deve usar para que o carro apresente um bom desempenho? João como toda criança curiosa quer saber como a pilha funciona. Portanto ajude seu Antonio a explicar para o João tal funcionamento. Coloque em ordem crescente a reatividade dos metais abaixo.





**Narrativa investigativa 05:** Com muito esforço, seu Raimundo que é carpinteiro conseguiu gradear (Fe) sua casa o que a deixou bem mais segura, mas logo percebeu que a grade estava soltando um pó alaranjado. Por vários dias, seu Raimundo ficou pensativo buscando uma solução para seu problema. Ajude seu Raimundo a solucionar seu problema? Qual a melhor tinta para proteger seu portão: a base de Mg, de Cu ou de Zn? Justifique a sua resposta.



Fonte: Pesquisa direta.

- *4ª etapa:* duração de 40 minutos.

Cada aluno voltará ao seu grupo de base e apresentará suas observações e conclusões sobre a narrativa investigativa com os demais colegas. Após a explanação de todos os especialistas, os alunos voltarão a discutir a questão colocada inicialmente pelo professor, de modo que pudessem aprimorar suas respostas. Nesse momento, o *mediador* solicitará a cada componente que expusesse os conceitos discutidos no grupo de *especialistas*, garantindo que todos tomem conhecimento do que foi observado na narrativa investigativa, e o *porta-voz*, quando necessário, eliminará dúvidas remanescentes do grupo com o professor. No final da discussão, o *redator* escreverá em uma folha as respostas do grupo e as entregará ao professor, e os *relatores* apresentarão oralmente as conclusões do grupo ao professor e aos demais alunos.

**e) Atividades investigativas:** A eletroquímica é a parte da química que estuda a relação entre corrente elétrica e as reações de transferências de elétrons? Em quais espaços e momentos do nosso dia a dia podemos identificar a presença dos conhecimentos relativos à Eletroquímica?

**f) Atividade de avaliação:** exposição das respostas às narrativas investigativas.

### 3.1.3 Como evitar a ferrugem.

Por que normalmente se pintam os portões e as cercas de ferro com tinta a óleo?

**a) Abordagem inicial:** A prática de atividades investigativas arrimadas à aprendizagem cooperativa possibilita ao estudo da química novas formas de abordar o conteúdo de eletroquímica com a promoção de um cenário de aprendizagem diferenciado possibilitando o desenvolvimento da autonomia dos alunos e o desenvolvimento amplo de habilidade e capacidade relacionadas à aprendizagem promovendo uma aprendizagem significativa. Nesse contexto os alunos desenvolvem habilidades relacionadas à cultura científica e aprendem a estruturar as etapas de resolução de um problema, buscar evidências para fundamentar as ideias, levantar hipóteses para explicar o fenômeno, elaborar conclusões e relatar seus resultados. Acredita-se que essa metodologia potencializa o aprendizado porque leva o aluno a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas.

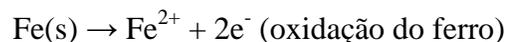
**b) Objetivo:** Investigar a formação da ferrugem e discutir soluções para evitar tal processo.

#### c) Fundamentação teórica:

As transformações químicas ocorrem constantemente ao nosso redor; é como se a natureza fosse um verdadeiro laboratório. Uma das mudanças mais visíveis a olho nu ocorre devido ao contato de alguns materiais com o oxigênio.

O ferro em contato com o oxigênio presente na água e no ar se oxida e desta reação surge a ferrugem, que provoca, pouco a pouco, a deterioração da peça original.

A reação que ocorre na formação da ferrugem é uma reação de óxido-redução, que acontece da seguinte, resultando na equação geral:



Com a ferrugem o material atacado se deteriora facilmente, em regiões praianas há uma maior possibilidade de ocorrer a reação de óxidoredução, devido a grande quantidade de sais.

**d) Prática pedagógica:**

A presente atividade será desenvolvida a partir da:

- a) Formação dos grupos, sendo 5 integrantes por grupo;
- b) Cada grupo executará a experiência anotando os principais pontos observados;
- c) Cada integrante do grupo deverá participar ativamente e colaborativamente da atividade, com o intuito de promover o diálogo e a defesa de opiniões de cada um deles.
- d) Após a execução da experiência peça aos alunos que comparem suas observações com as dos colegas e juntos tentem explicar, em forma de debate, o que denotaram sobre a ferrugem e o que fazer para evitá-la.

**e) Material pedagógico:****Experiência****Materiais e reagentes**

Algodão (1 chumaço)

Óleo (1 colher)

2 pregos novos (sem ferrugem)

3 copos (é necessário que um deles esteja seco)

Água

**d) Procedimentos experimentais:**

1. Unte um dos pregos com óleo e coloque-o no copo seco;
2. Umedeça o algodão com água e deposite-o no fundo de um dos copos;
3. No terceiro copo, coloque um pouco de água e acrescente o último prego;
4. Guarde esse material e volte a observá-lo depois de três dias.

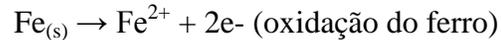
**e) Explicação teórica:**

A ferrugem é resultado da oxidação do ferro devido ao contato com o oxigênio presente na água e no ar.

A única forma de evitar que objetos feitos de ferro (facas, máquinas, ferramentas, etc.) se decomponham por causa da oxidação é impedir que em; trem em contato com o oxigênio,

mas como? Um método muito eficiente é através da pintura da superfície de ferro com tintas ou cobertura com óleo e outras substâncias lubrificantes.

Equação geral da formação da ferrugem:



Desta reação surge a ferrugem:  $2 \text{Fe}(\text{OH})_2$ , ela deteriora pouco a pouco o material original.

#### f) Atividades investigativas:

1. Suas ideias se confirmaram ou aconteceu algo diferente?
2. Compare o que aconteceu nos três copos.
3. Em qual dos potes houve menos enferrujamento do prego? Como você explica esse fato?
4. Em sua opinião, o que interfere na rapidez com que o enferrujamento acontece?
5. Como evitar a formação da ferrugem?

#### g) Atividade de avaliação:

Peça aos alunos que comparem suas observações com as dos colegas e juntos tentem explicar, em forma de debate, o que denotaram sobre a ferrugem e o que fazer para evitá-la.

### 3.1.4 Pilha

Como já sabemos, as pilhas funcionam por transferências de elétrons. Como ocorre essa transferência de elétrons? E de onde vem a energia produzida?

**a) Abordagem didática:** A prática de atividades investigativas arrimadas à aprendizagem cooperativa possibilita ao estudo da química novas formas de abordar o conteúdo de eletroquímica com a promoção de um cenário de aprendizagem diferenciado possibilitando o desenvolvimento da autonomia dos alunos e o desenvolvimento amplo de habilidade e capacidade relacionadas à aprendizagem promovendo uma aprendizagem significativa. Nesse contexto os alunos desenvolvem habilidades relacionadas à cultura científica e aprende a estruturar as etapas de resolução de um problema, buscar evidências para fundamentar as ideias,

levantar hipóteses para explicar o fenômeno, elaborar conclusões e relatar seus resultados. Acredita-se que essa metodologia potencializa o aprendizado porque leva o aluno a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas.

**b) Objetivo:** compreender o funcionamento das pilhas e a diferença do potencial eletrônico através de experimentos utilizando material alternativo.

**c) Prática pedagógica:**

- *1ª etapa:* duração de 15 minutos:

Formação dos grupos: Os alunos serão distribuídos em cinco grupos formados por cinco integrantes denominado grupo de base e cada integrante do grupo tomará conhecimento do seu papel a desempenhar no grupo, a saber: um (01) será o redator – redige as respostas do grupo, um (01) mediador- organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve os conflitos de opinião; dois (02) relator - expõem os resultados da discussão e um (01) o porta-voz - tira dúvidas com o professora

- *2ª etapa:* duração de 20 minutos:

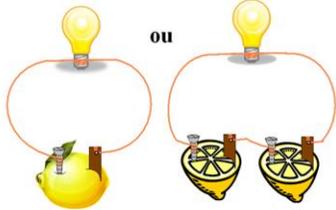
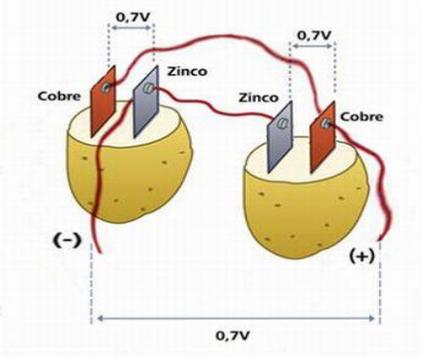
O professor fará uma breve exposição sobre a importância do conhecimento relativo à eletroquímica e as condições necessárias para tal fenômeno. Em seguida, fará apresentação da seguinte pergunta que será discutida entre os membros dos grupos de base: Como já sabemos, as pilhas funcionam por transferências de elétrons. Como ocorre essa transferência de elétrons? E de onde vem à energia produzida?

- *3ª etapa:* duração de 45 minutos

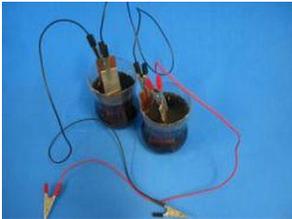
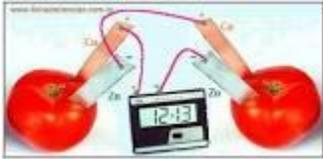
Após o período destinado à resolução da questão colocada na etapa anterior (:Como já sabemos, as pilhas funcionam por transferências de elétrons. Como ocorre essa transferência de elétrons? E de onde vem à energia produzida?), cada aluno executará um experimento sobre o funcionamento da pilha utilizando material alternativo ( 1º experimento – pilha de limão, 2º pilha de batata, 3º pilha de coca-cola, 4º pilha de tomate e 5º pilha de laranja), juntamente com os colegas dos outros grupos a quem foi atribuído o mesmo experimento, formando-se assim cinco grupos de

especialistas. No Quadro 04, estão descritos os roteiros dos experimentos a serem executados pelos especialistas.

**Quadro 04 - Experimentos sobre pilhas utilizando materiais alternativos a serem executados nos grupos de especialistas**

<b>1º EXPERIMENTO – PILHA DE LIMÃO</b>	
<b>MATERIAL PEDAGÓGICO</b>	<b>PROCEDIMENTO</b>
<p>- 1 limão;            - 1 faca;            - 1 lâmpada LED, um voltímetro ou uma calculadora ou um relógio digital;            - 1 placa de cobre ou uma moeda de cobre bem limpa com uma palha de aço;            - 1 placa de zinco ou um prego de zinco que também deverá ser bem limpo com uma palha de aço;            - 2 fios elétricos com garras de jacaré ou fios de cobre, um prego e um martelo.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faça dois pequenos cortes na casca do limão e enfie em cada um a placa de cobre e a placa de zinco (os metais não devem se tocar);</li> <li>2. Conecte os fios com as garras de jacaré em cada uma das placas e à lâmpada do outro lado. Se você não tiver as garras de jacaré, faça o seguinte: com o prego e o martelo, faça um furo na parte de cima de cada uma das placas e passe o fio de cobre por ele, enrolando-o bem e deixando-o bem em contato com a placa. A outra extremidade de cada um dos dois fios deve ser ligada à lâmpada.</li> <li>3. Observe a lâmpada se acender. No caso do voltímetro, ele mostrará quanto de corrente elétrica está sendo produzido. A calculadora e o relógio irão funcionar.</li> </ol> <p><b>Como você explica o funcionamento da pilha utilizando limões?</b></p>
<b>2º EXPERIMENTO – PILHA DE BATATA</b>	
<b>MATERIAL PEDAGÓGICO</b>	<b>PROCEDIMENTO</b>
<p>- 1 batata;            - 1 faca;            - 1 voltímetro            - 1 moeda de cobre bem limpa com uma palha de aço;            - 1 prego de zinco que também deverá ser bem limpo com uma palha de;</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corte a batata ao meio e coloque cada um em um prato separado.</li> <li>2. Espete uma placa de zinco em cada vegetal. A plaquinha de zinco pode ser encontrada em lojas com itens para laboratório ou em lojas que trabalham com calhas para telhados.</li> <li>3. Calcule uma distância de 2 centímetros da placa de zinco e espete um grafite em cada vegetal. O grafite é o mesmo usado em lapiseiras.</li> <li>4. Utilize dois pedaços de fios com garras jacaré para ligar a placa de zinco de um vegetal no grafite</li> </ol>

	<p>de outro. As garras jacaré podem ser compradas em lojas de equipamentos eletrônicos. Na montagem final, vai sobrar uma placa de zinco e um grafite livre.</p> <p>5. Pegue uma calculadora ou relógio, que utilize uma única pilha, e prenda um fio vermelho onde deve ficar o polo positivo e um fio preto no onde ficaria o polo negativo.</p> <p>6. Ligue o fio vermelho da calculadora ou relógio no grafite livre e o fio preto na placa de zinco livre. Você vai ver que o relógio vai funcionar de verdade.</p> <p><b>Qual a contribuição da batata no funcionamento da pilha?</b></p>
<b>3ª EXPERIMENTO- PILHA DE LARANJA</b>	
<b>MATERIAL PEDAGÓGICO</b>	<b>PROCEDIMENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 laranjas</li> <li>- 6 moedas de 5 centavos (porque elas são de cobre)</li> <li>- 6 clips de papel (porque são de alumínio)</li> <li>- Vários pedaços de fio de cobre (aquele utilizado em eletricidade domiciliar)</li> <li>- Um alicate</li> <li>- Uma lâmpada de LED</li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primeiro corte as laranjas ao meio.</li> <li>2. Depois desencape os fios de cobre, deixando um lado maior para enrolar a moeda e um menor para enrolar o clips.</li> <li>3. Agora enrole a moeda no lado maior do fio e o clips no lado menor. Faça isso com 5 moedas e com 5 clips. Em um fio enrole apenas uma moeda e em outro apenas um clips (a extremidade desses fios se ligarão com a lâmpada).</li> <li>4. Coloque as 6 metades dos limões em um círculo, a ligação dos limões será feita em série, pois assim aumenta a potência da "pilha".</li> <li>5. Pegue o fio com uma moeda e um clips, e coloque a moeda numa metade de laranja e o clips em outra. Cada laranja precisa ter um clips e uma moeda.</li> <li>6. Nas extremidades da "pilha" haverá uma laranja apenas com uma moeda e outro com apenas um clips. Pegue o fio ligado à moeda e o ligue na parte positiva da lâmpada, pegue o fio ligado ao clips e o ligue na parte negativa da lâmpada.</li> <li>7. Fazendo isso a lâmpada acende.</li> </ol> <p><b>Explique o funcionamento da pilha destacando o uso laranja como fonte de energia.</b></p>

4º EXPERIMENTO - PILHAS DE COCA-COLA	
MATERIAL PEDAGÓGICO	PROCEDIMENTO
<p>-2 garrafas pet (600ml);            -2 placas de zinco (10cmx2cm);            -2 placas de cobre (10cmx2cm);            - Fios para conexão com garras jacarés nas pontas;            - 2 rolhas de cortiça para separar as placas;            elásticos;            - 1 led;            - 1 calculadora ou relógio que utilize uma pila AA;</p> 	<p>1. Cortadas as garrafas na altura de 10 cm do fundo, aproximadamente. A parte de baixo será utilizada para fazer copos.</p> <p>2. Utilizando um elástico, uma as placas metálicas de zinco e cobre com uma rolha entre as mesmas, evitando seu contato</p> <p>3. Após montar as placas com o separador, as colocamos dentro da garrafa cortada e acrescentamos cerca de 170ml da solução ácida (Coca-Cola).</p> <p>4. Conectadas as pilhas em série, foram ligadas a placa de zinco de uma das pilhas à placa de cobre da outra. Os eletrodos são conectados a um voltímetro que indicará uma tensão.</p> <p><b>Explique a condução da corrente elétrica em meio à pilha de coca-cola</b></p>
5º EXPERIMENTO - PILHAS DE TOMATE	
MATERIAL PEDAGÓGICO	PROCEDIMENTO
<p>- 3 Tomates;            - Placas de Cobre;            - Placas de Zinco;            - Fio de Cobre;            - Voltímetro;            - Ferro e fio de solda;            - Sal;            - Relógio - sem pilha.</p> 	<p>1. Solde o fio de cobre na ponta de cada placa de cobre e zinco.</p> <p>2. Espetem uma placa de cada, no tomate.</p> <p>3. Passe um pouco de sal em volta do furo que foi feito.</p> <p>Faça o mesmo com os 3 tomates.</p> <p>1. Após coloque os tomates juntos em uma ligação em série e verifique com o voltímetro, se está havendo tensão.</p> <p>2. Caso haja , pegue a calculadora - sem pilha; e coloque o fios nos polos da calculadora. Consequentemente se houver tensão suficiente a calculadora irá funcionar.</p> <p><b>Qual a função do sal no funcionamento da pilha de tomate?</b></p>

Fonte: Pesquisa direta.

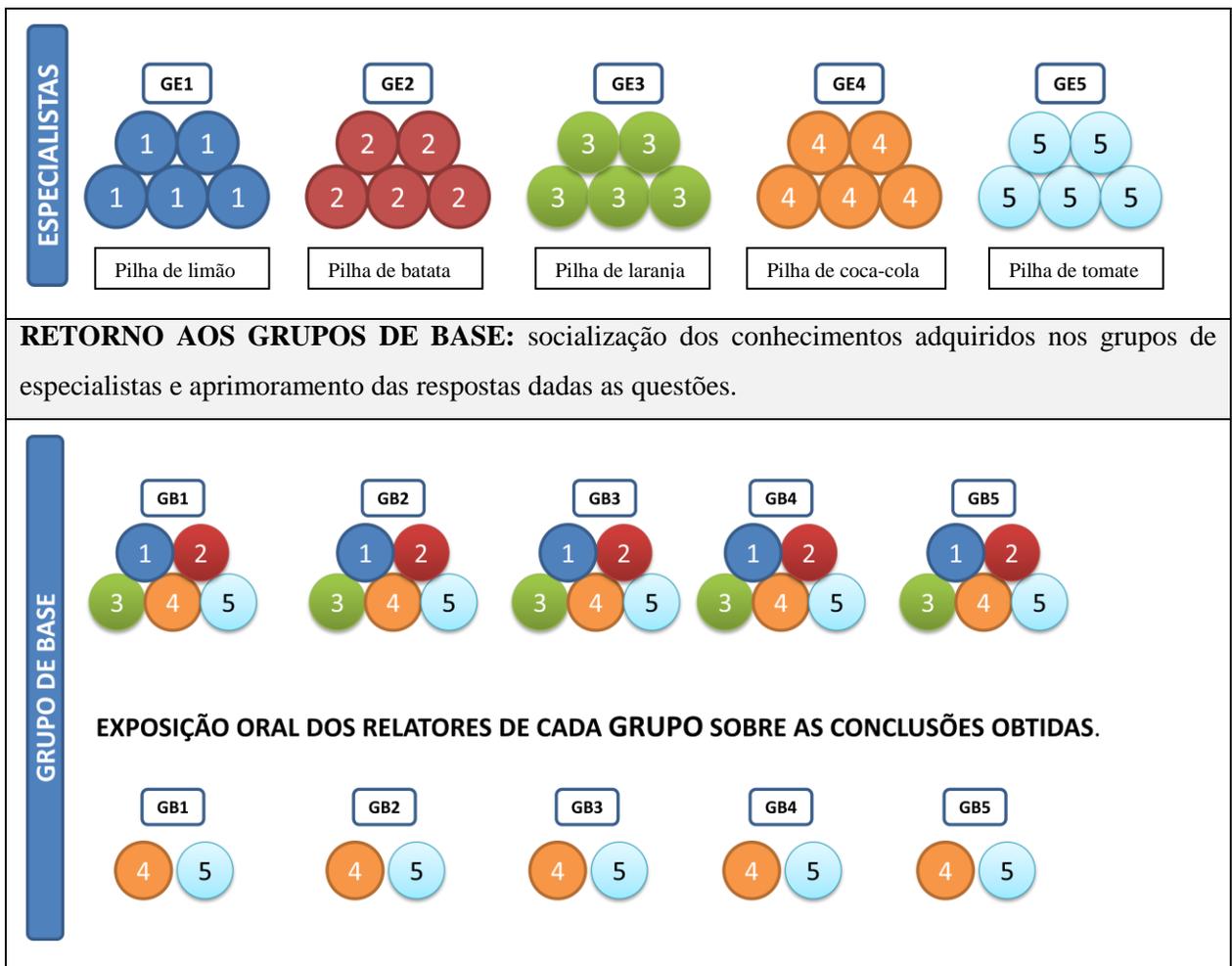
- 4ª etapa: duração de 40 minutos.

Cada aluno voltará ao seu grupo de base e apresentará suas observações e conclusões sobre os experimentos com os demais colegas. Após a explanação de todos os especialistas, os alunos voltarão a discutir a questão colocada inicialmente pelo professor, de modo que pudessem aprimorar suas respostas. Nesse momento, o *mediador* solicitará a cada componente que expusesse os conceitos discutidos no grupo de *especialistas*, garantindo que todos tomem conhecimento do que foi observado na experiência, e o *porta-voz*, quando necessário, eliminará dúvidas remanescentes do grupo com o professor. No final da discussão, o *redator* escreverá em uma folha as respostas do grupo e as entregará ao professor, e os *relatores* apresentarão oralmente as conclusões do grupo ao professor e aos demais alunos.

No quadro 05, a representação esquemática da atividade descrita acima utilizando o método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw*.

**Quadro 05 - Representação esquemática da atividade descrita acima utilizando o método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw***

<b>TAREFA INICIAL DOS GRUPOS DE BASE:</b> Como já sabemos, as pilhas funcionam por transferências de elétrons. Como ocorre essa transferência de elétrons? E de onde vem a energia produzida?					
<b>GRUPO DE BASE</b>					
<b>PAPEIS:</b> cada integrante do grupo base tomará conhecimento do papel que deverá desempenhar no grupo.					
<b>PAPEIS</b>					
<b>TAREFA NOS GRUPOS DE ESPECIALISTAS:</b> os alunos analisam o texto e buscam solução para a narrativa investigativa relacionada aos conhecimentos relativos à eletroquímica.					



Fonte: Pesquisa direta.

#### d) Fundamentação teórica:

Em Eletroquímica, uma pilha (bateria ou célula galvânica) costuma ser definida como um processo espontâneo no qual a energia química é transformada em energia elétrica. Por exemplo, as pilhas comuns que costumamos usar em aparelhos eletrônicos possuem em seu interior uma série de espécies químicas, entre elas metais e soluções eletrolíticas que causam reações de oxidação-redução (com perda e ganho de elétrons), que geram uma diferença de potencial (ddp). Os elétrons, por apresentarem carga negativa, migram do eletrodo negativo, denominado ânodo, que é o metal com maior tendência de doar elétrons; para o positivo, que recebe o nome de cátodo (metal com maior tendência de receber elétrons). Desse modo é gerada uma corrente elétrica que faz o equipamento funcionar.

Todas as pilhas baseiam-se nesse mesmo princípio de funcionamento. Pensando nesses termos é possível produzir uma pilha utilizando limão, laranja, tomate, batata e

refrigerante; pois todos esses materiais citados possuem em seu interior soluções com cátions e ânions, isto é, espécies químicas com cargas positivas e negativas, respectivamente, e que podem sofrer migrações se estabelecida uma conexão, gerando corrente elétrica.

**e) Explicação teórica:**

O limão é ácido, e segundo a teoria de Arrhenius, todo ácido possui íons  $H^+$  em meio aquoso. Portanto, o suco de limão é uma solução eletrolítica que possui espécies químicas com cargas positivas e negativas.

O limão faz o papel do eletrólito. A placa de zinco se oxida (perde elétrons) porque o zinco possui maior potencial de oxidação que o cobre, e na placa de cobre ocorre à redução do  $H^+$  presente no eletrólito. Assim, as placas são os eletrodos dessa pilha, sendo a placa de zinco o ânodo (polo negativo que perde elétrons) e a placa de cobre o cátodo (polo positivo que recebe os elétrons).

A corrente gerada é pequena, mas suficiente para fazer certos objetos, tais como a lâmpada LED, a calculadora, o voltímetro e o relógio digital, funcionarem. Em condições ideais, um único limão pode manter um relógio funcionando por uma semana!

O tomate e a laranja também são ácidos e funcionam da mesma forma. O refrigerante contém ácido fosfórico que faz esse mesmo papel. Já a batata é básica, portanto, o seu funcionamento é em razão da presença de cátions  $OH^-$ .

**f) Atividades investigativas:**

1. Como você explicaria o funcionamento da pilha?
2. Qual a importância de compreendermos o funcionamento das pilhas?
3. A potência da pilha sofre influência do eletrólito? Explique.

**g) Atividade de avaliação:** cada grupo irá expor as conclusões obtidas com o experimento.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: Carvalho, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática. Thomson, 2004.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso em: 28 JAN. 2014.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio), 1999.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso em: 28 Ago. 2015.
- CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática de ciências: o ensino aprendizagem como investigação.** São Paulo: FTD, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI).** In: Longhini, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011.
- CASTRO, M. E. C.; MARTINS, C. M. C.; MUNFORD, D. **Ensino de Ciências por investigação – ENCI: módulo / Belo Horizonte – UFMG**, 2008.
- COCHITO, M.I.S. **Cooperação e aprendizagem: educação intercultural.** Lisboa: ACIME, 2004. Disponível em: <[http://www.acidi.gov.pt/docs/Publicacoes/Entreculturas/Coop\\_Aprendizagem\\_N3.pdf](http://www.acidi.gov.pt/docs/Publicacoes/Entreculturas/Coop_Aprendizagem_N3.pdf)>. Acesso em ago. 2015
- DIAZ-AGUADO, M. (2000). **Educação Intercultural e Aprendizagem Cooperativa.** Porto: Porto Editora.
- FONTES, A. E FREIXO, O. (2004). **Vygotsky e a Aprendizagem Cooperativa.** Lisboa: Livros Horizonte
- LIMA, M. E. C.; MAUÉS, E. **Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências.** Revista Ensaio, v. 8, nº 2, 2006.
- LOPES, J.; SILVA, H.S. **Aprendizagem Cooperativa na sala de aula: um guia prático para o professor.** 1. ed. Lisboa: Lidel, 2009.
- OLIVEIRA, J. R. S. **A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química.** ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.3, n.3, p.25-45, nov. 2010
- PORFÍRIO, J.; OLIVEIRA, H. Uma reflexão em torno das tarefas de investigação. In: ABRANTES, P. et. al. (Orgs.). **Investigações matemáticas na aula e no currículo.** Lisboa: Projeto MPT e APM, p. 111-118, 1999.

RODRIGUES, P. B. **Prática de Ensino Supervisionada em Ensino do 1.º e do 2.º Ciclo do Ensino Básico.** Disponível em <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/7631/1/Aprendizagem%20cooperativa%20em%20contexto%20de%20sala%20de%20aula>. Acesso em: 18 maio. 2015.

SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F. e, LIMA, M. E. C. de C. e AGUIAR, O. G. de. **As Características das Atividades Investigativas Segundo Tutores e Coordenadores de um Curso de Especialização em Ensino de Ciências.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, SC, Atas... SBF, 2007.

SANTOS, J. M. T.; ROSA, E. A.; SCHIPANSKI, M.; GOMES, E. C.; BARABACH, M.; **Condensador de liebig para experimentação alternativa e de baixo custo.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol. 7, n° 2, Jul/Dez 2005.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. **Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso.** Ciência & Educação, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SCHEIBEL, M. R.; SILVEIRA, R. M.; RESENDE, L. M.; JÚNIOR, G. S. (2009). **Aprendizagem cooperativa: Uma opção metodológica para se trabalhar as questões da Ciência e da Tecnologia nos cursos de formação de professores.** Anais do I Simpósio Nacional de ensino de Ciências e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Panamá.

TORRES, Patrícia L., ALCÂNTARA, Paulo R., IRALA, Esrom A. F. Grupos de consenso: **uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem.** In: **Revista Diálogo Educacional.** v. 4. n. 13. p. 129-145. Curitiba: 2004.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: Acesso em: 01 ago. 2015.