



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS



**PILHAS E BATERIAS: UMA UNIDADE DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO  
DE ELETROQUÍMICA UTILIZANDO AS TDICs E  
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS**

CAROLINE SILVERIO MOSSI  
AIRTON JOSÉ VINHOLI JÚNIOR

MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
INSTITUTO DE FÍSICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL



## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>BASES TEÓRICAS DA UEPS</b> .....	<b>3</b>
<b>DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE CONTEÚDOS</b> .....	<b>5</b>
1º Momento da UEPS – Levantamento dos conhecimentos prévios.....	<b>7</b>
2º Momento da UEPS – Organizador prévio: Explorando a condução de corrente elétrica nos materiais .....	<b>9</b>
3º Momento da UEPS – Construindo mapas-teste .....	<b>11</b>
4º Momento da UEPS – Investigando as reações de oxirredução com metais em soluções aquosas.....	<b>13</b>
5º Momento da UEPS - Estudando a história das pilhas e as implicações do descarte desses dispositivos ao meio ambiente .....	<b>19</b>
6º Momento da UEPS - Analisando as transformações de energia no funcionamento das pilhas.....	<b>21</b>
7º Momento da UEPS - Avaliação da aprendizagem .....	<b>25</b>
<b>CONSIDERAÇÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>
<b>APÊNDICE A</b> – Pré-teste .....	<b>33</b>
<b>APÊNDICE B</b> – Questionário Inicial.....	<b>35</b>
<b>APÊNDICE C</b> – Roteiro de exploração da simulação ‘soluções de açúcar e sal’ .....	<b>38</b>
<b>APÊNDICE D</b> – Roteiro de exploração da simulação ‘ <i>Metals in Aqueous Solutions</i> ’ .....	<b>41</b>
<b>APÊNDICE E</b> – Roteiro de exploração da simulação ‘ <i>Voltaic Cell</i> ’ .....	<b>47</b>
<b>APÊNDICE F</b> – Avaliação tradicional.....	<b>49</b>
<b>APÊNDICE G</b> – Nova situação da aprendizagem .....	<b>51</b>
<b>APÊNDICE H</b> – Pós-teste.....	<b>53</b>
<b>ANEXO 1</b> – Atividade experimental: testando a condução de corrente elétrica nos materiais .....	<b>55</b>
<b>ANEXO 2</b> – Atividade experimental: pilha de Daniell. ....	<b>57</b>

## INTRODUÇÃO

O presente produto é parte da dissertação de mestrado profissional intitulada “Pilhas e Baterias: uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino de Eletroquímica utilizando as TDICs e Atividades Experimentais” e apresenta como premissa o desenvolvimento e a implementação de uma intervenção de ensino utilizando as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e as atividades experimentais com enfoque na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel para o conteúdo de pilhas e baterias.

Essa intervenção didática foi organizada em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que correspondem a sequências de ensino propostas por Moreira (2011), sendo embasadas teoricamente e que visam contribuir para um processo de ensino e aprendizagem significativo, e que por sua vez, buscam se distanciar da aprendizagem mecânica.

Neste viés, este material visa trabalhar o conteúdo de pilhas e baterias de maneira científica, contextualizada e prática, levando para a sala de aula fatos e produtos do cotidiano, tendo em vista o interesse, a participação e a interação dos estudantes, dando relevância aos seus conhecimentos prévios para que os levem a aprender significativamente os novos conceitos.

Em relação às TDICs, as mesmas vêm transformando nossas ações e produções na sociedade, de modo que estamos imersos em uma rede *online*, na qual interliga boa parte das pessoas e que disponibiliza os fatos e acontecimentos em tempo real. Os recursos tecnológicos trouxeram para algumas esferas sociais a evolução de seus processos, porém na educação ainda precisam ser incorporadas de forma efetiva nas metodologias pedagógicas.

No ensino da química, as TDICs podem contribuir de forma preponderante, pois esta disciplina necessita de recursos que facilitem a explicação dos seus níveis de representação a qual o aluno precisa transitar, sendo esses: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Neste viés, uma estratégia didática que pode contribuir para o ensino de química, principalmente em eletroquímica, seria a integração entre recursos, como a articulação das TDICs com as atividades experimentais.

As atividades experimentais devem ser conduzidas nas aulas, de forma a colaborar para a construção de conhecimentos dos alunos. Caso contrário, será apenas uma

atividade que servirá para tratar de forma tradicional o conteúdo, se reduzindo apenas ao entendimento de que as mesmas servem para comprovar e ilustrar a teoria.

Com isso, percebemos que se faz necessário ao professor ter conhecimento das modalidades de atividades experimentais, da mesma maneira que seria importante que ele repense sobre os objetivos da aplicação desta estratégia em sala de aula e apresente definitivamente a posição de mediador do conhecimento. Contudo, devemos levar em consideração que não é tão simples ao professor adotar essa prática nas aulas, pois demanda a disponibilidade de materiais, espaço apropriado na escola, tempo hábil para planejar e preparar o experimento, formação, dentre outras variáveis que permeiam o ensino.

Ainda assim, evidenciamos que ao empregar uma atividade experimental, por mais básica que ela seja, se for bem orientada, possivelmente trará bons resultados para aprendizagem dos alunos. Por esta razão, que na presente pesquisa de mestrado procuramos trabalhar com esta estratégia didática, acreditando que a mesma enriquece as aulas, principalmente se for incorporada em uma metodologia que vise o aprendizado significativo, e que reconheça a importância dos conhecimentos prévios dos alunos.

Dentro de uma perspectiva ausubeliana, na qual se embasa este material, cabe ao professor à atitude de criar contextos que induzam o aluno a expressar aspectos relevantes presentes em sua estrutura cognitiva e de interagi-los aos novos conhecimentos que são colocados em sala de aula. Para este fim, o professor deve atuar como um mediador que capta os significados, e que assuma uma postura de facilitador da aprendizagem.

Tendo em vista, as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, que consistem na predisposição do aluno em aprender e a existência de materiais potencialmente significativos, buscamos nas etapas desta UEPS atender a estes fatores, de modo que as situações de ensino abordadas possam auxiliar na execução de uma prática que versa na construção de um aprendizado significativo para o conteúdo de pilhas e baterias.

## **BASES TEÓRICAS DA UEPS**

A ideia central da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) pode ser sintetizada na seguinte premissa descrita no principal livro de Ausubel intitulado como Psicologia Educacional:

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p.viii).

Ausubel preconiza que a essência do processo da aprendizagem significativa incide na situação de que as novas informações interagem de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária com o que aquilo que aluno já sabe (MOREIRA, 2012).

O termo substantividade expressa que o que é introduzido à estrutura cognitiva do sujeito é a “substância” do novo conhecimento, isto é, as ideias, e não as palavras precisas empregadas para expressá-las, uma vez que um conceito ou proposição podem ser expressos de diversos modos, por meio de diferentes signos, que equivalem em termos de significado. A maneira não arbitrária significa que a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimentos do indivíduo, assim denominado como *subsunçor* (MOREIRA, 1997).

Desta forma, a partir do momento que uma nova informação é relacionada com um conceito *subsunçor* do aprendiz, essa nova informação passa a ter significado para ele, sendo esse um significado meramente seu, podendo estar mais ou menos próximo ou afastado do denominado significado científico, referindo-se aquele que é compartilhado pelos membros da comunidade que domina cientificamente essa nova informação, isto indica que a aprendizagem significativa não quer dizer aprendizagem cientificamente correta (VALADARES, 2011).

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel esclarece sobre a aprendizagem mecânica, sendo aquela em que as novas informações praticamente não interagem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A partir disso, entende-se que a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não se ligando a conceitos *subsunçores* e pouco ou nada favorecendo para a sua elaboração e diferenciação (MOREIRA, 2006).

Em vista disso, existem duas condições para ocorrência de aprendizagem significativa, que Ausubel, Novak e Hanesian (1980) assinalam em sua teoria, na qual advém que o aluno precisa apresentar uma predisposição para aprender e que o material de aprendizagem deva ser potencialmente significativo.

Entretanto, para que o material seja dito potencialmente significativo, isso implica em dois fatores primordiais, nos quais envolvem a natureza do material de ensino e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Em relação à natureza do material, é necessário possuir significado lógico, partindo da possibilidade da interação de maneira substantiva e não arbitrária, entre material e ideias que sejam significativas, direcionadas ao domínio da capacidade humana de aprender. No que diz respeito à natureza da estrutura cognitiva do aluno, nela devem estar presentes os conceitos *subsunçores* específicos, com os quais o novo material é relacionável (MOREIRA, 2012).

Neste aspecto, Lemos (2011) pressupõe que estas condições mostram que o processo de ensino e aprendizagem exige co-responsabilidade do professor e do aluno. Assim, o professor precisa identificar os conhecimentos prévios dos alunos e a natureza do material a ser ensinado, como também estar embasado teoricamente para construir um material potencialmente significativo, por sua vez, o estudante deve procurar captar efetivamente os significados ensinados, para interpretá-los, negociá-los e relacioná-los com os seus conhecimentos.

## DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE CONTEÚDOS

No Quadro 1 a seguir, está descrita a organização dos conteúdos, mediante as atividades realizadas em sete momentos da UEPS.

Quadro 1. Organização dos conteúdos referentes às atividades da UEPS.

Momentos da UEPS	Atividades	Objetivos	Conteúdos
<b>I</b>	<i>Aula 1:</i> Aplicação do pré-teste	Verificar os possíveis conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre eletroquímica, em particular pilhas e baterias.	Pilhas e baterias; Transformações de energia na pilha; Condução de corrente elétrica na pilha; Íons; Diferença de potencial elétrico da pilha; Impactos ambientais e descarte de pilhas e baterias.
	<i>Aula 2:</i> Aplicação do questionário inicial	Averiguar os possíveis conhecimentos relevantes já estudados pelos alunos no primeiro ano do Ensino Médio, e que podem servir para aprendizagem dos novos conhecimentos que se direcionarás ao estudo das pilhas e baterias.	Ligações químicas; Corrente elétrica; Dissociação iônica e ionização; Solução eletrolítica e não-eletrolítica.
<b>II</b>	<i>Aula 3:</i> Etapa do organizador prévio - Trabalhar de forma expositivo-dialogada as ligações químicas, processos de dissociação iônica e ionização e o conceito de corrente elétrica. Realizar uma atividade experimental ‘testando a condução de corrente elétrica nos materiais’. <i>Aula 4:</i> Roteiro de exploração da simulação ‘soluções de açúcar e sal’.	Compreender as condições necessárias para que haja condução de eletricidade nos materiais, utilizando conceitos químicos de substâncias iônicas, moleculares e metálicas.	Ligações químicas; Corrente elétrica; Dissociação iônica e ionização; Solução eletrolítica e não-eletrolítica.
<b>III</b>	<i>Aula 5:</i> Solicitar aos alunos que confeccionem mapas conceituais sobre diversos temas relacionados ao cotidiano deles, esses mapas serão considerados mapas-testes.	Explicar a técnica de mapas conceituais, apontando sua importância como instrumento de avaliação da aprendizagem; apresentar o software CmapTools.	Mapas Conceituais
<b>IV</b>	<i>Aula 6:</i> Atividade experimental ‘Investigando o cobre metálico em uma solução de nitrato de prata’. <i>Aula 7:</i> Conceituar e exemplificar de forma	Conceituar número de oxidação, reações de oxirredução, agente oxidante e agente redutor; Identificar os agentes oxidante e redutor em	Número de oxidação (Nox); Reações de oxirredução; Agente oxidante e agente redutor; Tabela de potenciais-padrão de redução.

	<p>expositivo-dialogada as reações de oxirredução, número de oxidação, agente redutor e agente oxidante.</p> <p><i>Aula 8:</i> Roteiro de exploração da simulação '<i>Metals in Aqueous Solutions</i>'.</p> <p><i>Aula 9:</i> Trabalhar de forma expositivo-dialogada a tabela de potenciais-padrão de redução.</p>	<p>uma reação de oxirredução;</p> <p>Compreender em nível macroscópico, submicroscópico e simbólico as reações de oxirredução.</p>	
V	<p><i>Aula 10:</i> Debate em grande grupo com os alunos a respeito da história das pilhas, descarte e os impactos ambientais causados pelas pilhas e baterias.</p>	<p>Conhecer a história da invenção da pilha;</p> <p>Debater sobre o descarte e os impactos ambientais causados pelas pilhas e baterias.</p>	<p>História da invenção das pilhas</p> <p>Questões ambientais envolvidas no descarte das pilhas e baterias.</p>
VI	<p><i>Aula 11:</i> Atividade experimental 'Pilha de Daniell'.</p> <p><i>Aula 12:</i> Roteiro de exploração da simulação <i>Voltaic Cell</i>.</p> <p><i>Aula 13:</i> Elucidar de forma expositivo-dialogada a diferença de potencial (ddp) entre os polos de uma pilha e o cálculo da ddp.</p>	<p>Compreender as transformações de energia química em energia elétrica;</p> <p>Conhecer a história da invenção da pilha;</p> <p>Discutir sobre o descarte e os impactos ambientais causados pelas pilhas e baterias;</p> <p>Entender a diferença de potencial (ddp) entre os polos de uma pilha e o cálculo da ddp.</p>	<p>Reações de oxirredução;</p> <p>Pilhas e baterias,</p> <p>Diferença de potencial das pilhas.</p>
VII	<p><i>Aula 14:</i> Será solicitada aos alunos a construção de um mapa conceitual, a ser confeccionado individualmente e sem consulta.</p>	<p>Averiguar a possível organização conceitual do conteúdo de eletroquímica, após as intervenções propostas na UEPS mediante a solicitação de um mapa conceitual para os alunos.</p>	<p>Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 13.</p>
	<p><i>Aula 15:</i> Aplicação de uma avaliação tradicional</p>	<p>Verificar os possíveis resultados da intervenção por meio da aplicação de uma avaliação tradicional.</p>	<p>Todos os conteúdos abordados na intervenção didática na etapa do organizador prévio entre as aulas 4 e 5.</p>
	<p><i>Aula 16:</i> Teste da Nova Situação de Aprendizagem</p>	<p>Verificar os possíveis resultados da intervenção por meio da aplicação de um teste envolvendo uma nova situação que utiliza conceitos abordados em eletroquímica.</p>	<p>Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 13;</p> <p>Pilha Seca e Pilha Alcalina.</p>
	<p><i>Aula 17:</i> Aplicação pós-teste</p>	<p>Analisar como foi o progresso da aprendizagem dos alunos no decorrer da UEPS.</p>	<p>Pilhas e baterias;</p> <p>Transformações de energia na pilha;</p> <p>Condução de corrente elétrica na pilha; Íons;</p> <p>Diferença de potencial elétrico da pilha;</p>

			Impactos ambientais e descarte de pilhas e baterias.
--	--	--	--

## 1º Momento da UEPS – Levantamento dos conhecimentos prévios

- **Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos:** criar/propor situações para desvelar os conhecimentos prévios.
  
- **Princípios norteadores:** um dos preceitos essenciais para ocorrência da aprendizagem significativa é que o material seja relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz. Neste viés, uma das estratégias para estabelecer essa relação é identificando os conceitos *subsunçores* disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Por isso, este momento da UEPS corresponde à aplicação dos seguintes instrumentos: o pré-teste e o questionário inicial.

<b>Aula 1: Aplicação do Pré-teste</b>
<p><b>I. Identificação</b>            Disciplina: Química            Carga Horária: 50 minutos (1 aula)            Turma: 2º ano do Ensino Médio</p>
<p><b>II. Conteúdos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Noções gerais de pilhas e baterias.</li> <li>– Transformações de energia na pilha.</li> <li>– Condução de corrente elétrica na pilha.</li> <li>– Íons.</li> <li>– Diferença de potencial elétrico da pilha.</li> <li>– Impactos ambientais e descarte de pilhas e baterias.</li> </ul>
<p><b>III. Objetivo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verificar os possíveis conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre eletroquímica, em particular pilhas e baterias.</li> </ul>
<p><b>IV. Metodologia</b>            Aula 1: ~ 50 minutos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aplicação do pré-teste (Apêndice A) com uma questão fechada e dez questões abertas.</li> </ul>
<p><b>V. Avaliação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– O pré-teste apresenta questões que vinculam o estudo das pilhas e baterias com o entendimento que aluno traz consigo em relação ao funcionamento, utilidade e composição desses dispositivos, além dos problemas ambientais concernentes ao descarte incorreto.</li> </ul>

– Examinar os dados do pré-teste que deve proceder de forma qualitativa, a partir dos critérios adaptados de Vasquez-Alonso et al. (2008) para as respostas fornecidas pelos alunos, em que se pode categorizá-las em: Adequadas, Plausíveis e Inadequadas.

Ausubel acredita que existe no sujeito uma estrutura na qual se processa a organização e a integração de seus conhecimentos, sendo essa denominada como estrutura cognitiva, que pode ser entendida como a disposição hierárquica de conceitos que são abstrações de experiências do sujeito (MOREIRA e MASINI, 1982).

Assim, alguns conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, podem ser considerados ideias-âncora e são denominados como *subsunçores*. *Subsunçor* é um termo que deriva do verbo subsumir que significa inserir-se, ancorar-se, em um todo mais amplo. Porém essa inserção, ou ancoragem, não reporta á uma submissão, porque consiste em um processo interativo, de modo que os dois conhecimentos se transformam, onde o novo recebe significados e o *subsunçor* fica mais repleto de significados, mais estável, e conseqüentemente “mais forte” (MOREIRA e MASSONI, 2015).

Portanto, para Moreira (2006), *subsunçor* pode ser um conceito, uma ideia, uma proposição que se encontra na estrutura cognitiva, instruído a servir de “ancoradouro” a um novo conhecimento para que possa propiciar significado ao indivíduo. O autor ainda comenta que para basear a situação de ensino de acordo com o que o aluno já sabe, é preciso desvelar seus conhecimentos prévios, bem como suas inter-relações e sua organização.

<b>Aula 2: Aplicação do Questionário Inicial</b>	
<b>I. Identificação</b>	Disciplina: Química Carga Horária: 50 minutos (1 aula) Turma: 2º ano do Ensino Médio
<b>II. Conteúdos</b>	– Ligações químicas. – Corrente elétrica. – Dissociação iônica e ionização. – Solução eletrolítica e não-eletrolítica.
<b>III. Objetivo</b>	– Averiguar os possíveis conhecimentos relevantes já estudados pelos alunos no primeiro ano do Ensino Médio, e que podem servir para aprendizagem dos novos conhecimentos que se direcionarás ao estudo das pilhas e baterias.
<b>IV. Metodologia</b>	Aula 2: ~ 50 minutos

– Aplicação do questionário inicial (Apêndice B) com questões abertas e questões fechadas.

#### **V. Avaliação**

– Aplicar o questionário inicial e analisar as respostas para verificação dos possíveis *subsunçores* que serão classificados em satisfatório, parcialmente satisfatório ou inconsistente.

### **2º Momento da UEPS – Organizador prévio: Explorando a condução de corrente elétrica nos materiais**

■ **Organizador Prévio - Explorando a condução de corrente elétrica nos materiais com as TDICs, Atividade Experimental e Aulas Teóricas:** apresentar situações-problemas que preparem a introdução do conteúdo que se pretende ensinar, considerando os conhecimentos prévios dos estudantes; estas situações-problema iniciais podem contemplar o conteúdo em pauta, porém não para começar a ensiná-los; tais situações-problema podem atuar como organizador prévio.

■ **Princípios norteadores:** os organizadores prévios servem como ponte cognitiva entre os conhecimentos que o aluno já sabe e os que ele deve saber para aprender de forma significativa o novo material.

### **Aula 3 e 4: Organizador Prévio - Explorando a condução de corrente elétrica nos materiais**

#### **I. Identificação**

Disciplina: Química

Carga Horária: 150 minutos (3 aulas)

Turma: 2º ano do Ensino Médio

#### **II. Conteúdos**

- Ligações químicas.
- Corrente elétrica.
- Dissociação iônica e ionização.
- Solução eletrolítica e não-eletrolítica.

#### **III. Objetivo**

- Compreender as condições necessárias para que haja condução de eletricidade nos materiais, utilizando conceitos químicos de substâncias iônicas, moleculares e metálicas.

#### **IV. Metodologia**

- **Aula 3 (expositivo-dialogada e atividade experimental): ~ 50 minutos**
  - a) Como essa etapa faz parte da estratégia dos organizadores prévios, iniciar o estudo sobre condução de corrente elétrica em materiais com o esclarecimento dos objetivos da aula.
  - b) Posteriormente, retomar de forma expositiva os tipos de ligações químicas pertinentes à formação dos compostos iônicos, moleculares e metálicos conhecidos

pelos alunos ou relevantes para o estudo em questão. Como também, explicar os processos de dissociação iônica e ionização.

c) Elucidar de forma expositiva o conceito de corrente elétrica. Após realizar uma demonstração da atividade experimental “testando a condução de corrente elétrica nos materiais” (Anexo 1), para tratar do comportamento das substâncias iônicas, moleculares e metálicas quanto à condutividade elétrica.

– **Aula 4 (aplicação das TDICs): ~ 100 minutos**

O intuito desta aula consiste em explicar o comportamento das substâncias iônicas e das substâncias moleculares quanto à condutividade elétrica, buscando entender por meio de uma simulação computacional o nível submicroscópico. Para isso, os alunos receberão um roteiro de exploração da simulação (Apêndice C) intitulado, como: soluções de açúcar e sal.

**V. Avaliação**

– Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior.

Quando o professor deseja aplicar uma simulação educacional em suas aulas, precisa criar situações pedagógicas que propiciem o ensino e a aprendizagem, dado que algumas dessas ferramentas, por si só, não garantem essa possibilidade, o que pode ocasionar a manipulação inadequada desta TDIC pelos alunos, pois os mesmos tendem a “clicar, clicar, clicar”, sem uma direção que os possibilite refletir, não permitindo a construção do conhecimento. Neste sentido, o software educativo pode ser acompanhado de um Roteiro de Exploração que são materiais de apoio pedagógico ao professor e que orienta o estudante durante a “navegação”, apresentando as instruções e os objetivos que poderão ser atingidos em cada passo da simulação (PAIVA e COSTA, 2005).

Em relação aos organizadores prévios, sendo esses a principal estratégia e princípio defendido por Ausubel para deliberadamente manipular a estrutura cognitiva dos aprendizes, e que correspondem a um “âncoradouro provisório” para a nova aprendizagem e estimulam ao progresso de conceitos, ideias e proposições relevantes que promovam a aprendizagem significativa do aprendiz (MOREIRA, 2008).

Portanto, para Ausubel os organizadores prévios são sugeridos como um recurso facilitador da aprendizagem significativa e que são geralmente apresentados antes do material de aprendizagem e na prática podem servir como “ponte” entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que necessariamente precisa conhecer, antes de aprender significativamente com a tarefa atribuída (MOREIRA, 2013).

### 3º Momento da UEPS – Construindo mapas-teste

■ **Mapas Conceituais – Construindo Mapas-teste:** fornecer orientações aos alunos sobre como construir mapas conceituais, assinalando sua relevância como técnica de estudo e como subsídio no acompanhamento da aprendizagem tanto para o professor como para o aluno.

■ **Princípios norteadores:** os mapas conceituais servem para organizar os conhecimentos na instrução, e para os alunos é um auxílio no levantamento de conceitos-chave de palestras, leituras, materiais de ensino, etc. (NOVAK, 2000).

<b>Aula 5: Mapas-teste</b>	
<b>I. Identificação</b>	Disciplina: Química Carga Horária: 100 minutos (2 aulas) Turma: 2º ano do Ensino Médio
<b>II. Conteúdos</b>	– Mapas Conceituais
<b>III. Objetivo</b>	– Explicar a técnica de mapas conceituais, apontando sua importância como instrumento de avaliação da aprendizagem. – Apresentar o software CmapTools <sup>1</sup> .
<b>IV. Metodologia</b>	<b>Aula 5 (expositivo-dialogada):</b> ~ 100 minutos a) Iniciar a aula, questionando os alunos se eles conhecem e se já utilizaram este tipo de instrumento que são os mapas conceituais para estudo. b) Apresentar a definição de mapa conceitual, e sua função e importância no processo de ensino e aprendizagem significativo. c) Explicar detalhadamente os aspectos importantes para a construção e organização de um mapa conceitual. d) Apresentar o software <i>CmapTools</i> , explicando suas ferramentas para construção de mapas conceituais. e) Solicitar aos alunos que confeccionem mapas conceituais sobre diversos temas relacionados ao cotidiano deles, esses mapas serão considerados mapas-testes. f) Socializar e discutir com os alunos sobre a produção dos mapas-teste.
<b>V. Avaliação</b>	– Durante a intervenção desta UEPS, os alunos deverão construir mapas conceituais sobre pilhas e baterias, que serão avaliados qualitativamente, de acordo com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

<sup>1</sup> CmapTools . Disponível em: <<https://cmap.ihmc.us/>>. Acesso em: 24 ago. 2017.



## 4º Momento da UEPS – Investigando as reações de oxirredução com metais em soluções aquosas

■ **Apresentar o conhecimento a ser ensinado, por meio da diferenciação progressiva – Investigando as reações de oxirredução com metais em soluções aquosas:** Após trabalhar com as situações iniciais, é necessário tratar do o conhecimento a ser ensinado/aprendido, tendo em vista a diferenciação progressiva, assim introduzindo aspectos mais gerais, inclusivos, mostrando uma visão inicial do todo, do que é mais relevante na unidade de ensino, dando prosseguimento com exemplificações, apontando aspectos específicos.

■ **Princípios norteadores:** situações-problemas promovem sentido aos novos conhecimentos; neste caso, elas dever ser concebidas para instigar a intenção do estudante para a aprendizagem significativa; os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, bem como a consolidação, devem ser levados em consideração na organização do material de ensino.

### Aula 6, 7, 8 e 9: Apresentar o conhecimento a ser ensinado – Investigando as reações de oxirredução com metais em soluções aquosas

#### I. Identificação

Disciplina: Química  
Carga Horária: 400 minutos (8 aulas)  
Turma: 2º ano do Ensino Médio

#### II. Conteúdos

- Número de oxidação (Nox)
- Reações de oxirredução
- Agente oxidante e agente redutor

#### III. Objetivo

- Conceituar número de oxidação, reações de oxirredução, agente oxidante e agente redutor.
- Identificar os agentes oxidante e redutor em uma reação de oxirredução.
- Compreender em nível macroscópico, submicroscópico e simbólico as reações de oxirredução, mediante a realização de atividade experimental e o uso das TDICs.

#### IV. Metodologia

- **Aula 6 (atividade experimental): ~ 50 minutos**  
a) Realizar a demonstração da atividade experimental, intitulada como: *Investigando o cobre metálico em uma solução de nitrato de prata.*

b) Este experimento possibilita aos alunos a observação detalhada das etapas da reação, em que ocorre a formação de prata sólida e nitrato de cobre. A presença de prata sólida é facilmente detectada, uma vez que esta se deposita no fio de cobre e o nitrato de cobre dá uma cor azulada à solução. A seguir está descrito os materiais e o procedimento experimental.

➡ Materiais:

- 1 béquer
- 1 pedaço de fio de cobre
- solução de nitrato de prata

➡ Procedimento:

- Mergulhar o fio de cobre na solução de nitrato de prata e observar.

c) Após a atividade experimental, os alunos assistirão a um breve vídeo<sup>2</sup> (01min08seg) do site “*Envisioning Chemistry*”, com o intuito de visualizarem imagens tomadas sob um microscópio deste experimento.



Figura 2. Vídeo apresenta a reação cobre metálico em uma solução de nitrato de prata.  
Fonte: <https://www.envisioningchemistry.com/black-and-white>.

d) Após as observações, serão realizados alguns questionamentos:

- *Quais são os indícios de que ocorreu uma reação química?*
- *Porque a coloração da solução de nitrato de prata foi alterada?*
- *Porque formam cristais no fio de cobre?*

e) Na observação é possível descrever a formação de um sólido sobre o fio e a mudança de cor da solução, que de incolor passou a azul-esverdeada. Aponte aos alunos que compostos que contêm o íon  $\text{Cu}^{2+}$  em sua constituição geralmente apresentam uma cor que varia entre tons de verde e azul, como o sal de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ). A cor é mantida quando a substância se dissocia em água formando íons  $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$  e  $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ . (Neste momento, retome com os alunos o conceito de dissociação iônica, estudado na etapa do organizador prévio).

<sup>2</sup> Envisioning Chemistry. Disponível em: < <https://www.envisioningchemistry.com/black-and-white> >. Acesso em: 11. Out. 2017.



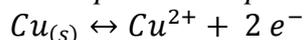
Figura 3. Atividade experimental: Investigando o cobre metálico em uma solução de nitrato de prata.

f) Podemos concluir que a cor da solução resultante da reação indica a formação de íons cobre (II). Em seguida instigue os alunos a responder a seguinte questão:

- *Qual a origem desses íons?*

g) Elabore uma hipótese junto aos alunos:

- *Hipótese: A única fonte de cobre presente no sistema reacional é o fio de cobre metálico, o que sugere que os íons foram formados a partir do fio. Essa hipótese de reação pode ser representada pela equação a seguir:*



- Explique aos alunos que quando uma espécie química *perde um ou mais elétrons* em uma reação química, diz-se que ocorreu a *oxidação* dessa espécie.

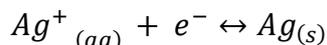
h) Questione os alunos:

- *Qual é o destino dos elétrons provenientes da oxidação?*

i) A aparência prateada dos cristais sugere que se forma prata metálica na superfície do fio de cobre. Na solução inicial, havia íons  $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$  provenientes da dissociação do sal  $\text{AgNO}_3$  em água.

j) Elabore uma hipótese junto aos alunos:

- *Hipótese: Sugere-se que a prata metálica formou-se a partir dos íons  $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$  presentes na solução inicial. Essa hipótese de reação pode ser representada pela equação a seguir:*



- Explique aos alunos que quando uma espécie química *ganha um ou mais elétrons* em uma reação química, diz-se que ocorreu a *redução* dessa espécie.

- **Aula 7 (expositivo-dialogada): ~ 50 minutos**

a) Conceitue e exemplifique aos alunos de forma expositiva as reações de oxirredução, número de oxidação, agente redutor e agente oxidante.

b) Apresente a equação global da reação do experimento anterior, e explique como ocorrem os processos de oxidação e redução e suas especificidades.

## Reações de Oxirredução

Prática Experimental: Investigando o cobre metálico em uma solução de nitrato de prata

A reação de oxirredução entre o cobre metálico e o nitrato de prata pode ser assim equacionada:



Cobre  
Metálico

Nitrato  
de Prata

Prata  
Metálica

Nitrato  
de Cobre

**Oxidação** é um processo no qual há perda de elétrons.

**Redução** é um processo no qual há ganho de elétrons.

**Reação de oxidorredução** é um tipo de reação em que ocorre transferência de elétrons entre as espécies envolvidas.

7

Figura 4. Slide organizado pela professora-pesquisadora para apresentar a equação da reação entre o cobre metálico e o nitrato de prata.

## Número de Oxidação - Nox



(0)

(+1)

Nox diminui  
Reduziu

(0)

(+2)

Nox aumentou  
Oxidou

O **cobre transferiu elétrons** para a prata, **provocando a redução**, da prata.

☐ Portanto, o cobre é o **agente redutor**.

A **prata recebeu elétrons**, **provocando a oxidação** do cobre.

☐ Portanto, a prata é o **agente oxidante**.

17

Figura 5. Slide organizado pela professora-pesquisadora para demonstrar como identificar a substância redutora e oxidante.

d) Ao finalizar as explicações das etapas anteriores, apresente um mapa conceitual para os alunos enfatizando os conceitos estudados.

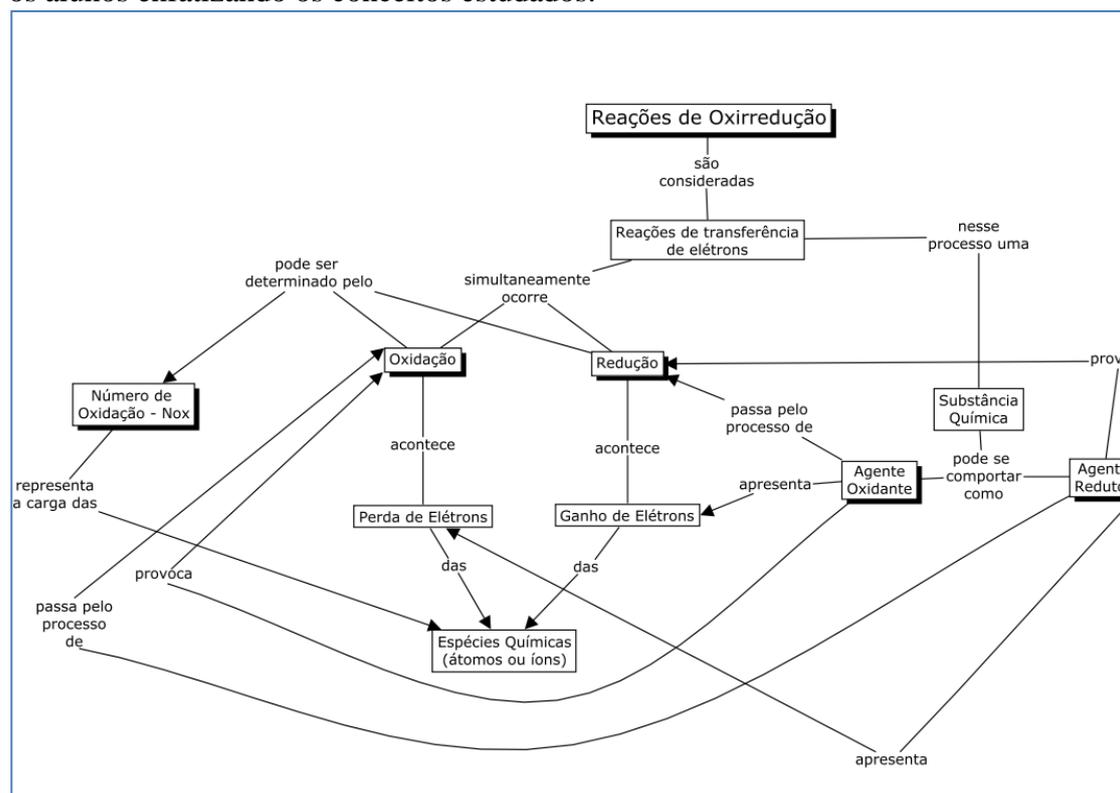


Figura 6. Mapa conceitual produzido pela professora-pesquisadora para retomar os conceitos abordados na aula.

– **Aula 8 (aplicação das TDICs): ~ 100 minutos**

a) Para propiciar uma melhor compreensão dos alunos sobre a reação de oxirredução que ocorre no experimento em nível submicroscópico, apresente a simulação ‘*Metals in Aqueous Solutions*’<sup>3</sup>. Para isso, pode-se conduzir a aula com o roteiro de exploração (Apêndice D) desta simulação que deverá ser entregue para cada aluno.

b) A simulação permite que seja realizado um estudo do potencial de redução de espécies químicas em reações de oxirredução que ocorrem entre os metais magnésio, zinco e cobre e os seus íons em solução, sendo possível observar e prever se uma substância química se comporta como redutora ou oxidante diante da outra; investigar se uma reação de oxirredução é ou não espontânea e compreender a lógica de organização da tabela de potenciais de redução.

<sup>3</sup> *Metals in Aqueous Solutions*. Disponível em: <<http://intro.chem.okstate.edu/1515F01/Laboratory/ActivityofMetals/home.html>>. Acesso em: 24 ago. 2017.



Figura 7. Página inicial da simulação *Metals in Aqueous Solutions*.  
Fonte: <http://intro.chem.okstate.edu/1515F01/Laboratory/ActivityofMetals/home.html>.

– **Aula 9 (expositivo-dialogada): ~ 100 minutos**

a) Esta aula tem como propósito discutir os conceitos elucidados na simulação para que sirvam como ideias-âncoras para assimilação da nova aprendizagem.

b) Com isso, o professor juntamente com os alunos deverão diferenciar, por meio de especificidades, as reações de oxidação e as reações de redução, para assim relacioná-las e organizá-las do mais oxidante para o menos oxidante e do mais redutor para o menos redutor, deste modo explicando a origem e a função da tabela de potenciais-padrão de redução.

**V. Avaliação**

– Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior.

A atividade experimental “*investigando o cobre metálico em uma solução de nitrato de prata*” permite tratar do conceito mais inclusivo da eletroquímica que são as reações de oxirredução, até os mais específicos que correspondem ao número de oxidação, agente redutor e agente oxidante. Deste modo, a organização do ensino considera o princípio da diferenciação progressiva, em que os conhecimentos mais gerais e mais inclusivos da disciplina são inicialmente apresentados, e assim, são progressivamente diferenciados, por meio de detalhes e especificidades.

Cabe salientar que as atividades experimentais introduzidas nesta UEPS fazem parte da modalidade “demonstração/observação aberta” proposta por Araújo e Abib (2003), na qual o professor executa o experimento e propicia aos alunos a realização de discussões e aprofundamento dos aspectos conceituais e práticos, permitindo a colocação de hipóteses e instigando a reflexão crítica.

Ademais, esse momento da atividade experimental em que as hipóteses são levantadas em torno das observações, seria interessante o professor incorporar seu papel

de mediador do ensino e auxiliar os seus alunos a analisar e repensar sobre o nível macroscópico e simbólico, para que depois ao aplicar a simulação computacional, os alunos possam compreender o submicroscópico e transitar entre os níveis de representação da química.

Na aula expositiva em que se discutem os detalhes analisados na simulação, o professor juntamente com os alunos deve relacionar e organizar as reações de oxidação e redução, do mais oxidante para o menos oxidante e do mais redutor para o menos redutor, sendo que esse ordenamento das reações em função da força redutora ou da força oxidante pode elucidar a origem da tabela de potenciais-padrão de redução, haja vista que, esse conhecimento é importante para que os alunos entendam posteriormente como funcionam as pilhas. Este processo que visa explorar as relações entre os conceitos e proposições, de salientar as semelhanças e diferenças expressivas no assunto estudado, se procede no princípio da reconciliação integrativa (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

No decorrer da UEPS, trabalhamos com as reações de oxirredução em várias situações de ensino (aula expositiva, TDICs e atividade experimental) procurando estabelecer os conceitos na estrutura cognitiva dos alunos. Corroborando com Ausubel, Novak e Hanesian (1980) que preconiza o princípio da Consolidação, na qual infere sobre a importância do aluno ter aprendido o conteúdo de forma clara, estável e organizada, antes de avançar no estudo de novos materiais.

### **5º Momento da UEPS - Estudando a história das pilhas e as implicações do descarte desses dispositivos ao meio ambiente**

■ **Nova apresentação para retomar os aspectos mais gerais, estruturantes daquilo que efetivamente se pretende ensinar – Estudando a história das pilhas e as implicações do descarte desses dispositivos ao meio ambiente:** em uma nova apresentação, as situações-problema devem ser propostas com um grau crescentes de complexidade.

■ **Princípios norteadores:** o papel do professor é de criar e aplicar situações-problema, cuidadosamente selecionadas, sendo um organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do estudante.

**Aula 10: Nova apresentação do conhecimento a ser ensinado –  
Estudando a história das pilhas e as implicações do descarte desses  
dispositivos ao meio ambiente**

**I. Identificação**

Disciplina: Química

Carga Horária: 50 minutos (1 aula)

Turma: 2º ano do Ensino Médio

**II. Conteúdos**

- História da invenção das pilhas
- Questões ambientais envolvidas no descarte das pilhas e baterias.

**III. Objetivos**

- Conhecer a história da invenção da pilha.
- Debater sobre o descarte e os impactos ambientais causados pelas pilhas e baterias.

**IV. Metodologia**

- **Aula 10 (expositivo-dialogada e aplicação das TDICs): ~ 50 minutos**

a) Os alunos assistirão ao vídeo<sup>4</sup> produzido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC Rio) que busca elucidar a história da invenção da pilha, sobretudo quando destaca as descobertas de Galvani e as experiências da pilha de Daniell.

b) O professor pode utilizar como aporte teórico para explicação da história da pilha o artigo de intitulado: O bicentenário da invenção da pilha elétrica.<sup>5</sup>

c) Posteriormente, os alunos farão uma leitura compartilhada do texto: descarte de pilhas e baterias<sup>6</sup>.

d) Em seguida, realize um debate em grande grupo com os alunos a respeito da temática do vídeo e da leitura, enfatizando a história das pilhas, descarte e os impactos ambientais causados pelas pilhas e baterias.

**V. Avaliação**

- Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior.

Moreira e Massoni (2015) apontam que a predisposição para aprender deve ser sempre despertada no aluno. Por esta razão, a contextualização inicial nas situações de ensino é essencial, isto é, devem ter sentido para o aluno, para isso precisam fazer parte da sua realidade. Ainda que, sucessivamente as situações possam ir ficando descontextualizada, abstratas, mas a primeiras necessitam gerar a predisposição.

Diante disso, percebemos a relevância de buscar possibilidades, sobretudo no ensino de ciências para favorecer a predisposição do estudante em aprender significativamente. Dentro deste contexto, Faccin e Garcia (2017) recomendam que o

<sup>4</sup> Vídeo “Tudo se transforma – Pilhas e Baterias”. Disponível em:

<[https://www.youtube.com/watch?v=YhOTy\\_Itu-8](https://www.youtube.com/watch?v=YhOTy_Itu-8)>. Acesso em: 11 out. 2017.

<sup>5</sup> TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. **Química Nova na Escola**, v. 11, p.35-39, maio 2000.

<sup>6</sup> SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MOL, Gerson de Souza. **Química Cidadã**. 2. ed. São Paulo: Ajs, 2013. 3 v.

professor realize um envolvimento do conteúdo estudado com situações que já fossem do conhecimento do estudante, não necessariamente as situações iniciais, empregadas para averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes, mas no decorrer de toda intervenção didática como nas situações problemas.

Por conseguinte, aproveitando que essa temática do descarte de pilhas e baterias está inserida na realidade dos alunos, seria interessante que no momento de realizar o debate em um grande grupo, sejam abordados os seguintes questionamentos: i) o que fazer com as pilhas e baterias quando elas não funcionam mais? ii) proponham uma maneira viável de recolhimento de pilhas e baterias para não jogar esses materiais diretamente no lixo; iii) quais são os metais que você identifica nas pilhas? iv) O que são metais pesados? v) o metal que contamina o nosso corpo é o mesmo que faz parte dos objetos metálicos? vi) o ferro presente em nosso sangue é o mesmo presente nas panelas de ferro? vii) qual é a importância dos metais para o nosso organismo?

### **6º Momento da UEPS - Analisando as transformações de energia no funcionamento das pilhas**

■ **Concluindo a unidade, contemplando os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa – Analisando as transformações de energia no funcionamento das pilhas:** desenvolver uma terceira apresentação, dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as particularidades mais importantes do conteúdo, entretanto em uma abordagem integradora, isto é, buscando uma reconciliação integrativa; tal procedimento deve ser concretizado por meio de nova apresentação de significados; em seguida a esta apresentação, novas situações-problemas devem ser aplicadas e desenvolvidas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações precisam ser esclarecidas em atividades colaborativas, sempre com a mediação do professor.

■ **Princípios norteadores:** os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, bem como a consolidação, devem ser levados em consideração na organização do material de ensino; um episódio no ensino abrange uma relação triádica entre estudante, professor e materiais educativos, de modo que o intuito é orientar o

estudante a captar e compartilhar significados que estão de acordo com o contexto da matéria de ensino.

## **Aula 11, 12 e 13: Nova apresentação do conhecimento a ser ensinado - Analisando as transformações de energia no funcionamento das pilhas**

### **I. Identificação**

Disciplina: Química

Carga Horária: 200 minutos (4 aulas)

Turma: 2º ano do Ensino Médio

### **II. Conteúdos**

- Reações de oxirredução
- Pilhas e baterias
- Diferença de potencial das pilhas

### **III. Objetivos**

- Compreender as transformações de energia química em energia elétrica.
- Conhecer a história da invenção da pilha.
- Discutir sobre o descarte e os impactos ambientais causados pelas pilhas e baterias.
- Entender a diferença de potencial (ddp) entre os polos de uma pilha e o cálculo da ddp.

### **IV. Metodologia**

- **Aula 11 (Atividade experimental): ~ 100 minutos**

a) Após trabalharmos com as reações de oxirredução, a história das pilhas e o seu descarte, partiremos para o entendimento do funcionamento das pilhas e baterias. Para isso, será demonstrada a atividade experimental 'Pilha de Daniell' (Anexo 2), seguindo as mesmas instruções, isto é, retomando as explicações dos processos de oxirredução que servirão como ideias-âncoras para a aula experimental, e só então abordar os conceitos mais específicos nos quais se remetem aos elementos que compõe a pilha e aos fenômenos observados durante seu funcionamento.

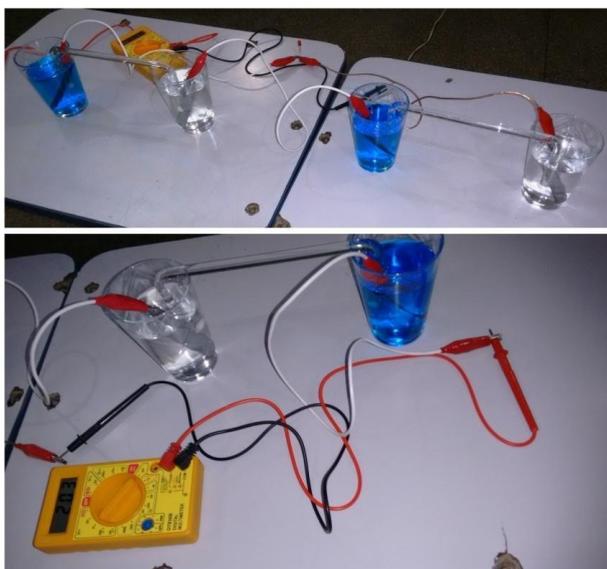


Figura 8. Atividade experimental 'Pilha e Bateria de Daniell'.

- b) Questões para condução da aula a partir do experimento da Pilha de Daniell.
- O que acontece nas placas de metais? Elabore hipóteses para explicar os fenômenos que ocorrem nas placas.
  - O que acontece nas soluções? Elabore hipóteses para explicar os fenômenos observados.
  - Que fenômenos ocorridos na pilha levam a produção de energia elétrica?
  - Qual a função da ponte salina? Pesquise.
  - Qual a função do multímetro? Pesquise.
  - Medindo com multímetro e fazendo observação, o que você pode concluir?
  - O LED liga? Por quê? Elabore hipóteses para explicar os fenômenos observados.
  - Depois de algum tempo, o que ocorre? Por que a pilha deixa de funcionar?
  - Qual diferença de pilhas e baterias? Explique.

– **Aula 12 (expositivo-dialogada e aplicação das TDICs): ~ 50 minutos**

- Nesta aula os alunos deverão utilizar a simulação *Voltaic Cell*<sup>7</sup> que trata da Pilha de Daniell. Assim, os alunos receberão um roteiro de exploração da simulação (Apêndice E), e durante a aula o professor precisa rediscutir os conceitos abordados na atividade experimental, de forma que seja possível “subir e descer” na hierarquia conceitual.
- Ademais, será importante trabalhar o submicroscópico, considerando que a simulação apresenta animações que permite a discussão de como ocorre o funcionamento da pilha nesse nível de representação.
- A simulação apresenta a tabela de potencial-padrão de redução de alguns metais, desta forma seria possível realizar alguns testes para abordar o potencial elétrico de uma pilha. Neste viés, também é importante que os alunos se interajam, negociando significados e que o professor seja um mediador desta atividade.

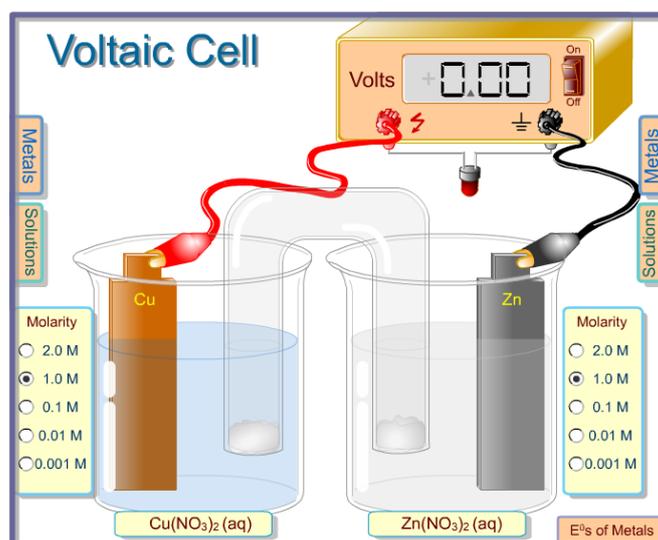


Figura 9. Simulação *Voltaic Cell*.  
Fonte: <http://www.profpc.com.br/>.

– **Aula 13 (expositivo-dialogada): ~ 50 minutos**

<sup>7</sup> *Voltaic Cell*. Disponível em:  
<<http://www.profpc.com.br/Simula%C3%A7%C3%A3o/Eletoqu%C3%ADmica/voltaicCellEMF.html>>.  
Acesso em: 10 out. 2017.

- a) Nesta aula será aproveitado às observações realizadas na atividade experimental e na simulação, sobretudo em relação ao uso do aparelho multímetro, com o objetivo de entendermos a diferença de potencial (ddp) entre os polos de uma pilha e o cálculo da ddp.
- b) O potencial elétrico de uma pilha pode ser determinado de duas maneiras básicas: experimentalmente, por meio de um aparelho chamado multímetro, ou teoricamente, por meio de cálculos a partir dos potenciais das semirreações envolvidas.
- c) Assim, a professora demonstrará o cálculo da diferença de potencial elétrico de uma pilha, utilizando como exemplo a pilha de Daniell. Depois com o resultado, iremos comparar o valor teórico com o valor encontrado experimentalmente.

#### **V. Avaliação**

- Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior.

No ensino de ciências, principalmente na química geralmente as aulas incentivam uma aprendizagem mecânica com as fórmulas, as equações, as reações químicas, entre outros. Portanto, evidenciamos que uma das maneiras de instigar o estudante para o ato do aprender, seria tentar relacionar parte ou toda a conjuntura do ensino com suas vivências, concepções e curiosidades, além de aproveitar os recursos que fazem parte do cenário atual e pedagógico, como as TDICs e as atividades experimentais.

A organização dessas últimas aulas, precisam também atender os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa que são dois processos concomitantes e imprescindíveis à construção de conhecimentos dos estudantes. Segundo Moreira e Massoni (2015), se somente diferenciarmos sucessivamente os significados, tais conhecimentos ficarão compartimentados, isolados e não relacionados. No entanto, se apenas integrarmos e reconciliarmos os significados demasiadamente, concluiremos que esses conhecimentos ficarão indistinguíveis. Por isso, para aprender de forma significativa, é necessário conciliar essas duas premissas, isto é, diferenciar e integrar os conhecimentos simultaneamente, confirmando com a conjectura de que a estrutura cognitiva não é estática.

Outro princípio que Ausubel recomenda é a organização sequencial, sendo que sua função se restringe em sequenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira que tenha uma correspondência (observados os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa) com as relações de dependência naturalmente presentes entre eles na matéria de ensino (MOREIRA, 2006). Assim, a organização sequencial pode ser muito eficaz, porque a cada novo conhecimento introduzido na matéria de ensino, servirá

como um embasamento para a aprendizagem subsequente (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

## 7º Momento da UEPS - Avaliação da aprendizagem

■ **Avaliação da aprendizagem:** a avaliação da aprendizagem, por meio da UEPS, deve ser realizada no decorrer de sua implementação, assinalando tudo que pode ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; após a sexta etapa, deve haver uma avaliação somativa individual, em que deverão ser abordadas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, principalmente, alguma capacidade de transferência, sendo que tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do estudante na UEPS deverá estar alicerçada, em conformidade, tanto na avaliação formativa como na avaliação somativa.

■ **Princípios norteadores:** a avaliação da aprendizagem significativa deve ser realizada em condições de procura de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva.

<b>Aula 14: Avaliação da Aprendizagem – Mapa Conceitual</b>	
<b>I. Identificação</b>	Disciplina: Química Carga Horária: 100 minutos (2 aulas) Turma: 2º ano do Ensino Médio
<b>II. Conteúdos</b>	– Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 13.
<b>III. Objetivos</b>	– Averiguar a possível organização conceitual do conteúdo de eletroquímica, após as intervenções propostas na UEPS mediante a solicitação de um mapa conceitual para os alunos.
<b>IV. Metodologia</b>	– Será solicitada aos alunos a construção de um mapa conceitual, a ser confeccionado individualmente e sem consulta. – Socializar os mapas confeccionados.
<b>V. Avaliação</b>	– A análise dos mapas conceituais deve ser embasada nos critérios adaptados por Trindade e Hartwig (2012), que organizaram categorias para examinar os mapas conceituais evidenciando se os mesmos apresentam conceitos básicos e conceitos novos do conhecimento investigado, ligações entre conceitos, organização e hierarquização do mapa, os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, etc.

Os mapas conceituais podem ser aplicados na avaliação da aprendizagem, procedendo como uma técnica não tradicional de avaliação, pois o seu principal intuito consiste em averiguar informações sobre os significados, bem como as relações significativas dos conceitos-chave do conteúdo de ensino, conforme o entendimento do aluno (MOREIRA, 1997). Com isso, os mapas conceituais propiciam uma análise de possíveis mudanças na estrutura cognitiva do aluno no decorrer da instrução, e conseqüentemente apresenta dados que podem servir de realimentação para o ensino e para o currículo (MOREIRA, 2006).

### **Aula 15: Avaliação da Aprendizagem – Avaliação Tradicional (somativa individual)**

<p><b>I. Identificação</b>            Disciplina: Química            Carga Horária: 50 minutos (1 aula)            Turma: 2º ano do Ensino Médio</p>
<p><b>II. Conteúdos</b>            – Todos os conteúdos abordados na intervenção didática na etapa do organizador prévio entre as aulas 4 e 5.</p>
<p><b>III. Objetivos</b>            – Verificar os possíveis resultados da intervenção por meio da aplicação de uma avaliação tradicional.</p>
<p><b>IV. Metodologia</b>            – Aplicação de uma avaliação tradicional (Apêndice F), sendo realizada de forma individual e sem consulta.</p>
<p><b>V. Avaliação</b>            – Avaliação dos dados dessa prova como mais um instrumento de análise para triangulação dos dados.</p>

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a avaliação é fundamental na TAS pelas conseqüentes causas: 1) pela importância de verificar o que aprendiz já conhece, antes de ensiná-lo; 2) pela importância de sondar como se sucede sua aprendizagem para poder corrigi-la, esclarecê-la e consolidá-la; 3) pela importância de vigiar a eficiência de diferentes métodos de ensino, e de diversas formas de organizar e sequenciar a matéria de ensino (currículo), bem como analisar até que ponto seus objetivos estão sendo atingidos.

## **Aula 16: Avaliação da Aprendizagem – Nova Situação de Aprendizagem**

### **I. Identificação**

Disciplina: Química  
Carga Horária: 50 minutos (1 aula)  
Turma: 2º ano do Ensino Médio

### **II. Conteúdos**

- Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 13.
- Pilha Seca e Pilha Alcalina.

### **III. Objetivos**

- Verificar os possíveis resultados da intervenção por meio da aplicação de um teste envolvendo uma nova situação que utiliza conceitos abordados em eletroquímica.

### **IV. Metodologia**

a) Realizar uma leitura e uma breve discussão com os alunos sobre o artigo “Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental” de Bocchi et al. (2000), a fim de explicar as características das pilhas secas e alcalinas e levantar suas vantagens e desvantagens.

b) Aplicar o teste (Apêndice G) composto por questões que envolvem os conceitos de eletroquímica estudados durante a UEPS, mas em uma nova situação que trata da investigação dos processos eletroquímicos das pilhas secas e pilhas alcalinas. Os alunos deverão realizar o teste de forma individual e sem consulta. O objetivo desta etapa será acompanhar o processo de aprendizagem em termos das facilidades e das dificuldades apresentadas pelos alunos em relação ao conteúdo.

### **V. Avaliação**

- Avaliação dos dados dessa prova como mais um instrumento de análise para triangulação dos dados.

Conforme Moreira (2006) os testes de compreensão devem ser elaborados de modo diferente e apresentados em um contexto distinto daquele originalmente encontrado no material instrucional. Neste viés, pode-se solicitar ao aluno que diferencie ideias relacionadas, porém não idênticas, ou que identifique os elementos referentes a um conceito ou proposição ou também a outros conceitos similares.

Com isso, Ausubel propõe que sejam formuladas atividades de maneira nova e não familiar que requeira a máxima transformação do conhecimento adquirido. Em consonância com a TAS, esse teste da nova situação de aprendizagem, permite aos alunos a análise de duas pilhas usadas em seu cotidiano, e para responder aos questionamentos do teste, eles precisam aplicar os conceitos eletroquímicos estudados durante a UEPS.

## **Aula 17: Avaliação da Aprendizagem – Pós-teste**

### **I. Identificação**

Disciplina: Química  
Carga Horária: 50 minutos (1 aula)  
Turma: 2º ano do Ensino Médio

**II. Conteúdos**

- Pilhas e baterias.
- Transformações de energia na pilha.
- Condução de corrente elétrica na pilha.
- Íons.
- Diferença de potencial elétrico da pilha.
- Impactos ambientais e descarte de pilhas e baterias.

**III. Objetivos**

- Analisar como foi o progresso da aprendizagem dos alunos no decorrer da UEPS.

**IV. Metodologia**

- Aplicação do pós-teste (Apêndice H) apresenta nove questões abertas e uma questão fechada.

**V. Avaliação**

- Examinar os dados do pós-teste que deve proceder de forma qualitativa, a partir dos critérios adaptados de Vasquez-Alonso et al. (2008) para as respostas fornecidas pelos alunos, em que se pode categorizá-las em: Adequadas, Plausíveis e Inadequadas.

## CONSIDERAÇÕES

Nesta UEPS são apresentados sete momentos, sendo que o primeiro trata da investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, o segundo aborda a estratégia do organizador prévio, o terceiro trabalha com a construção de mapas-teste, o quarto enfoca no estudo das reações de oxirredução, o quinto enfatiza a história da invenção das pilhas e os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto desses dispositivos, o sexto destaca a construção e o funcionamento de uma pilha e o sétimo envolve a aplicação de instrumentos de avaliação da aprendizagem.

As atividades propostas em cada momento da UEPS têm como respaldo teórico, elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa, por esse motivo, inicialmente é abordada a aplicação de alguns instrumentos que visam explorar e desvelar os conhecimentos prévios dos alunos, pois conforme a teoria o ensino deve ser baseado naquilo que aluno já sabe. Neste viés, um fator importante é a estratégia do organizador prévio, que procura estimular o progresso desses conhecimentos para a aprendizagem significativa do aprendiz. Assim, um dos momentos da UEPS envolve o uso dessa estratégia, a fim de fazer uma ponte entre aquilo que o aluno já conhece e o que precisa conhecer, antes de aprender o conteúdo de ensino.

Ademais, uma das tarefas mais difíceis neste processo de construção do aprendizado significativo, é a predisposição do aluno para aprender, frente isso, compete ao professor aguçar no aluno, à pretensão em participar ativamente das situações de ensino. Dessa maneira, a integração das TDICs com as atividades experimentais são possibilidades de estratégias, para que o professor possa provocar o empenho, a curiosidade, o interesse, e a disposição investigativa dos alunos, despertando estes aspectos para envolvê-los de forma efetiva no ensino.

Do ponto de vista do ensino de eletroquímica, as atividades contemplam a discussão do conceito mais inclusivo que são as reações de oxirredução, partindo para os mais específicos que se referem ao  $\text{NO}_x$ , agente oxidante e redutor. De tal forma que, essa abordagem inicial com esses conhecimentos, serve como ideias-âncora para a aprendizagem do novo conhecimento que é pautado no estudo da construção e do funcionamento das pilhas. De acordo com a teoria, é essencial que o conteúdo de ensino esteja organizado a partir dos princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e consolidação.

Portanto, ressaltamos que essa UEPS é uma proposta para o ensino de eletroquímica, e por isso, o professor tem toda autonomia e liberdade para usa-la da forma que melhor se enquadrar em sua situação de trabalho pedagógico. O tempo sugerido para cada aula, somente é apresentado para facilitar o planejamento do professor, assim se considerarmos que cada grupo de alunos tem suas especificidades, o fator tempo é flexível e deve ser ajustado. Em tese, o professor pode realizar as adaptações que lhe convir na UEPS, desde que a finalidade das intervenções seja de fato, significativas para os alunos.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M. L. V. S. – Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de ensino de Física**, v. 25, n.2. p.176-194, junho, 2003.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L.C.; BIAGGIO, S.R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, n. 11, maio de 2000.
- FACCIN, Franciele; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre temperatura. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 7, n. 2, p.18-28, 2017.
- LEMONS, Evelyse dos Santos. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p.25-35, 2011.
- MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie. F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Moraes. 1982.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Porto Alegre, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 7, n. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p.43-63, 2011.
- MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal Aprendizagem Significativa? O texto em português foi elaborado para a aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Publicado em espanhol: **Revista Currículum**, n. 25, p. 29-56, mar. 2012.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24\\_n6\\_moreira\\_.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf)>. Acesso em: 5 jan. 2018.
- MOREIRA, Marco A.; MASSONI, Neusa T. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2015. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf\\_v26\\_n6.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf)>. Acesso em: 5 jan. 2018.
- NOVAK, Joseph D. **Aprender criar e utilizar o conhecimento: Mapas Conceptuais como Ferramentas de Facilitação nas Escolas e Empresas**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

PAIVA, João Carlos; COSTA, Luiza Alves da. Roteiros de Exploração: valorização pedagógica de softwares educativos de Química. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, Lisboa, v. 96, n. 2, p.64-66, mar. 2005.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p.72-85, dez. 2007.

VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p.36-57, 2011.

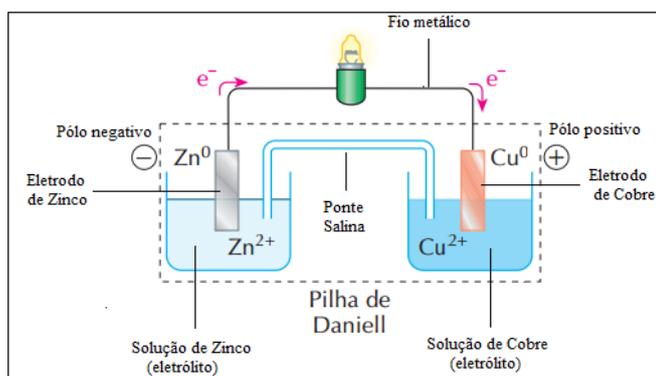
VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; ACEVEDO-POMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 34-50. 2008.

## APÊNDICE A – Pré-teste

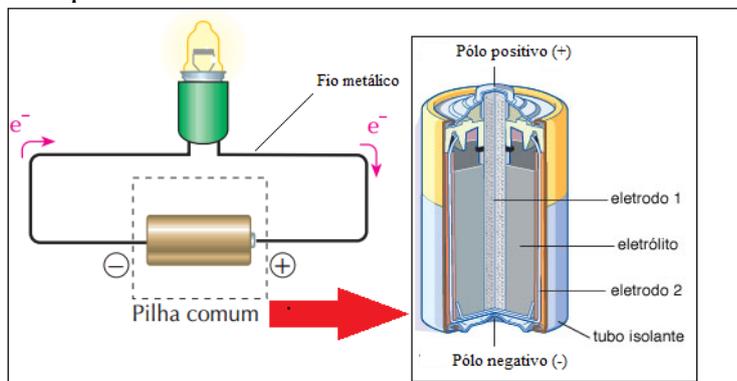
1) A Eletroquímica é um ramo da química que estuda:

- As trocas de energia, na forma de calor, envolvidas nas reações químicas.
- A relação entre a corrente elétrica e as reações químicas de transferência de elétrons.
- A velocidade das reações químicas e as formas de controlá-las.
- As soluções eletrolíticas.
- As reações reversíveis e irreversíveis.

2) A Pilha de Daniell foi elaborada em 1836 pelo químico britânico John Daniell. Com o avanço da telegrafia (processo de transmissão de mensagens e textos escritos a grandes distâncias por meio de um código de sinais, através do telégrafo), existia a necessidade urgente de uma fonte de corrente elétrica que fosse confiável e estável. Este aparelho construído por Daniell se compõe como o princípio de funcionamento das Pilhas comuns que usamos em nosso dia a dia, assim todas as Pilhas que são constituídas por metais e soluções dos seus respectivos sais são denominadas Pilhas de Daniell. Utilize as imagens das Pilhas abaixo para responder as seguintes questões.



SISTEMA 1



SISTEMA 2

a) Quais são as transformações de energia que ocorrem no interior de uma Pilha, quando em funcionamento?

---

b) Como ocorre o processo de condução de corrente elétrica em uma Pilha?

---

c) Porque a lâmpada ligou nas Pilhas representadas nas imagens?

---

3) Você coloca uma Pilha em sua lanterna, mas em seu carro você coloca uma Bateria. Qual a diferença entre Pilhas e Baterias?

---

4) Por que existem vários tamanhos e modelos de Pilha?

---

5) As Pilhas se esgotam em um determinado período de tempo. Por que as Pilhas deixam de funcionar?

---

---

6) Pilhas e Baterias usadas costumam ser descartadas no lixo comum e acabam sendo destinadas aos aterros sanitários/lixões. Em sua opinião, esse método de descarte é correto? Justifique sua resposta.

---

---

7) O que significa os polos positivo (+) e negativo (-) que aparecem nas Pilhas? No que esses polos influenciam no funcionamento das Pilhas?

---

---

8) Por que algumas Pilhas recebem a denominação de Pilhas alcalinas?

---

---

9) Por que algumas Pilhas recebem a denominação de Pilhas secas?

---

---

10) Por que as Pilhas alcalinas são mais duráveis que as Pilhas secas?

---

---

11) Por que algumas Pilhas apresentam vazamento de suas substâncias?

---

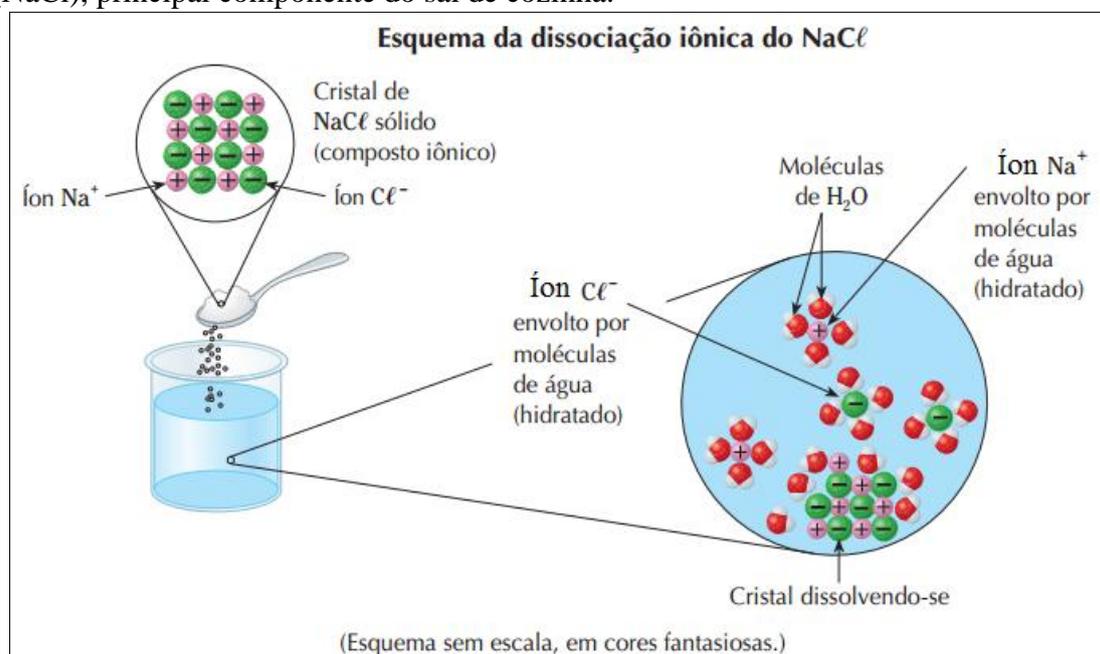
---

## APÊNDICE B – Questionário Inicial

1) Das alternativas apresentadas abaixo, qual melhor caracteriza o processo de corrente elétrica?

- a) a corrente elétrica consiste no deslocamento de cargas elétricas dentro de um isolante.
- b) a corrente elétrica caracteriza-se pelo deslocamento de cargas elétricas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial entre os polos.
- c) a corrente elétrica caracteriza-se pelo deslocamento de cargas negativas dentro de um isolante, quando existe uma diferença de potencial entre os polos.
- d) a corrente elétrica caracteriza-se somente pelo deslocamento de cargas elétricas dentro de um condutor, mas não depende de uma diferença de potencial entre os polos.
- e) a corrente elétrica caracteriza-se pelo deslocamento de cargas dentro de um isolante e não depende de uma diferença de potencial entre os polos.

2) Observe a seguir um modelo para representar a dissociação iônica do Cloreto de Sódio (NaCl), principal componente do sal de cozinha.



Dissociação iônica do cloreto de sódio em água.

Fonte: Peruzzo e Canto (2006).

O NaCl, quando dissociado em água, resulta em uma solução condutora de corrente elétrica. Esse tipo de solução é denominada:

- a) solução concentrada.
- b) solução eletrolítica.
- c) solução heterogênea
- d) solução saturada.
- e) solução insaturada.

3) Observando a imagem da questão anterior, responda:

a) Como você descreveria o processo de dissociação iônica?

---

---

b) Por que o cloreto de sódio dissolvido em água conduz corrente elétrica e quando sólido não conduz corrente elétrica?

---

c) Identifique o cátion e o ânion resultante da dissociação iônica.

---

d) Qual tipo de ligação química ocorre no cloreto de sódio (NaCl)? Explique.

---

e) Se aumentar a concentração de cloreto de sódio, o que ocorrerá com a condutividade elétrica da solução? Explique.

---

4) Por que a água destilada (pura) não conduz corrente elétrica e a água potável (torneira) conduz?

---

5) "Num fio de cobre a condução da corrente elétrica envolve \_\_\_x\_\_\_ em movimento; numa solução aquosa de sal de cozinha (NaCl) a condução da corrente elétrica se faz por meio de \_\_\_y\_\_\_ livres".

Para completar corretamente a afirmação formulada, **x** e **y** devem ser substituídos, respectivamente, por:

a) átomos e radicais.

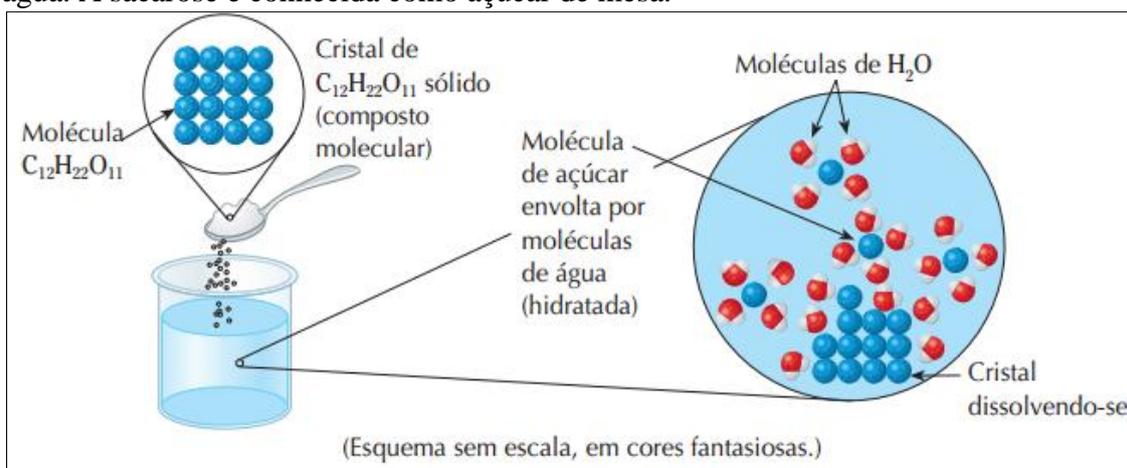
b) prótons e elétrons.

c) elétrons e íons.

d) átomos e moléculas.

e) prótons e íons.

6) Observe a seguir um modelo para representar a dissolução da sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) em água. A sacarose é conhecida como açúcar de mesa.



Dissolução do açúcar em água.

Fonte: PERUZZO e CANTO (2006).

a) A dissolução da molécula de sacarose em água resulta em uma solução eletrolítica ou não-eletrolítica? Explique.

---

---

b) Ocorre o processo de dissociação iônica ao dissolver a sacarose em água? Explique.

---

c) Qual tipo de ligação química acontece na sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)? Explique.

---

7) O ácido clorídrico (HCl) é usado em laboratório, em indústrias, na forma impura em produtos de limpeza de pisos com o nome de ácido muriático e é um dos componentes do suco gástrico do estômago.

Observe a ionização da molécula de HCl, em água que pode ser assim equacionada:



a) Como você descreveria o processo de ionização?

---

b) Qual tipo de ligação química ocorre no ácido clorídrico (HCl)? Explique.

---

c) A ionização do HCl resulta em uma solução eletrolítica ou não-eletrolítica? Explique.

---

d) De acordo com a equação, identifique o cátion e o ânion resultante da ionização do HCl.

---

---

## APÊNDICE C – Roteiro de exploração da simulação ‘soluções de açúcar e sal’.

### Roteiro de Exploração da Simulação: Soluções de açúcar e Sal

A simulação de açúcar e sal está disponível no portal PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado.

► Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/sugar-and-salt-solutions](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sugar-and-salt-solutions)>. Acesso em: 10 out. 2018.

Quando iniciar a Exploração da Simulação, leia com atenção as instruções que são dadas e responda as questões que vão sendo colocadas.

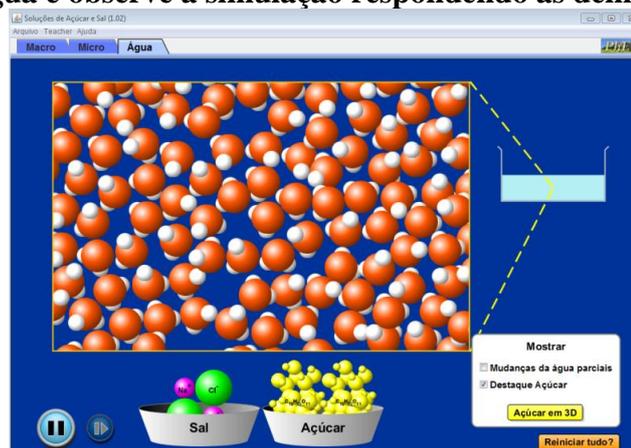
Os ícones simbólicos utilizados no Roteiro de Exploração possuem o seguinte significado:



Esta simulação permite tratar dos seguintes assuntos que fazem parte do conteúdo de Química.

- Condução de corrente elétrica em materiais.
- Substâncias iônicas e moleculares.

 1. Selecione a aba **Água** responda a letra “a”, e em seguida adicione cloreto de sódio na água e observe a simulação respondendo as demais questões.



 a) No recipiente denominado “Sal” como os íons de cloreto de sódio – NaCl estão organizados?

 b) Quando uma substância iônica como o cloreto de sódio – NaCl entra em contato com a água, o que você observa?

---

c) Qual o nome do íon carregado positivamente?\_\_\_\_\_

d) Qual o nome do íon carregado negativamente?\_\_\_\_\_

e) Quando uma substância molecular como o açúcar entra em contato com a água, o que você observa?

---

---

 2. Na aba **Macro** selecione a lâmpada do medidor de condutividade e coloque-a imersa na solução de cloreto de sódio e sacarose.



 a) Qual (is) substância (s) conduzem corrente elétrica quando dissolvidas em água?

---

 b) Se aumentar a concentração de cloreto de sódio, o que ocorrerá com a condutividade elétrica da solução? Explique.

---

 **Remova com a torneira toda a água do recipiente e na aba evaporação, em seguida adicione cloreto de sódio e aproxime a lâmpada do medidor de condutividade.**

 A lâmpada liga?\_\_\_\_\_.

 **Faça o mesmo com a sacarose.**

 A lâmpada liga?\_\_\_\_\_.



Coloque apenas água e aproxime a lâmpada do medidor de condutividade.



A lâmpada liga?\_\_\_\_\_. Caso a lâmpada não ligue. Justifique.\_\_\_\_\_

### Organizando os resultados dos testes

Tabela 1: Materiais e a condução de corrente elétrica em diferentes condições.

Material	Condução de corrente elétrica	
	Sólido	Dissolvido em água
Açúcar		
Cloreto de Sódio		

**Agora que você testou os materiais, responda as questões a seguir:**

1. Para que um material possa conduzir corrente elétrica, quais características ele precisa apresentar? Quais dos materiais testados possuem essas características?

---

---

2. A água utilizada em casa é um material que possui uma diversidade de substâncias dissolvidas. Será que o tipo de material que está dissolvido na água afeta a sua condutividade? Explique.

---

---

3. A solução de Cloreto de Sódio (NaCl) é considerada solução eletrolítica ou uma solução não-eletrolítica? Explique.

---

---

4. A solução de açúcar é considerada uma solução eletrolítica ou uma solução não-eletrolítica? Explique.

---

---

## APÊNDICE D – Roteiro de exploração da simulação ‘Metals in Aqueous Solutions’.

### Roteiro de Exploração da Simulação: *Metals in Aqueous Solutions*

A simulação *Metals in Aqueous Solutions* está disponível no link a seguir:

■ Disponível em:

<<http://intro.chem.okstate.edu/1515F01/Laboratory/ActivityofMetals/home.html>>.

Acesso em: 10 out. 2018.

Quando iniciar a Exploração da Simulação, leia com atenção as instruções que são dadas e responda as questões que vão sendo colocadas.

Os ícones simbólicos utilizados no Roteiro de Exploração possuem o seguinte significado:



Esta simulação permite tratar dos seguintes assuntos que fazem parte do conteúdo de Eletroquímica:

- ▶ Reações de Oxirredução;
- ▶ Oxidação e Redução;
- ▶ Agente Redutor e Agente Oxidante;
- ▶ Número de Oxidação;
- ▶ Reatividade dos Metais.



Click em “Start”.



Segure a lupa sobre cada bécker (Figura 1) e "clique" para visualizar o seu conteúdo submicroscópico.

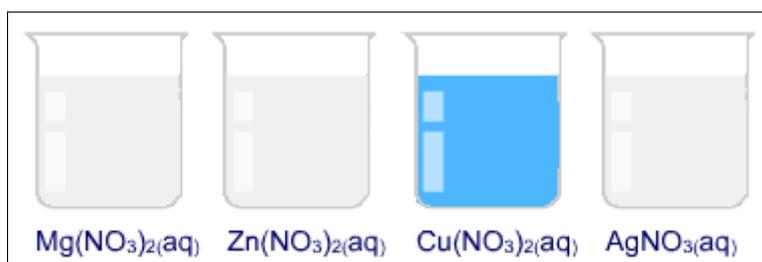


Figura 1: Soluções Aquosas



1. Liste os íons Ânions e Cátions presentes em cada solução observados na visualização.

---

---

---



Click em “Activity 1”.



Selecione cada um dos metais e em seguida click em: [Click here to place the metals into the solutions.](#) (clique aqui para colocar os metais nas soluções).



Para remover as placas das soluções aquosas click no mesmo local para retirar, ou se quiser repetir a animação.



Repita o processo para cada uma das placas de metais para responder a questão 1.

➡ **Atividade 1**



1. Anote na Tabela 1, os resultados indicando evidência de que houve alguma reação entre a solução e a placa de metal. Descreva qualquer evidência (cor, tamanho e textura) que mostre que ocorreu uma reação química.

**Tabela 1** – Evidências observadas na simulação.

PLACAS DE METAIS SOLUÇÕES AQUOSAS	Mg	Cu	Zn
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$			
----------------------------	--	--	--

 Para compreender melhor visualize em nível submicroscópico a reação que ocorre entre o magnésio e a solução de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

 Click em: [Molecular Scale Reactions](#) (Reações à escala molecular).

 Selecione a placa de magnésio e arraste até a solução de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

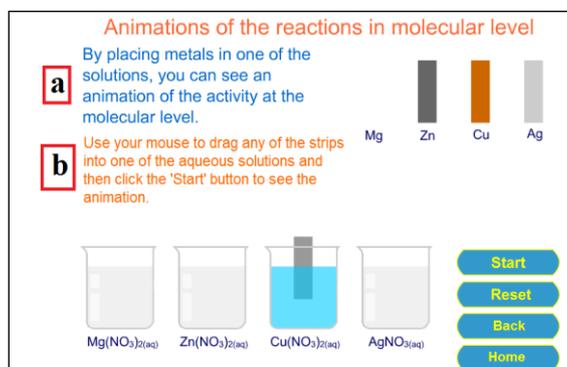


Figura 2: Animação das reações em nível molecular.

 **Tradução A (Figura 2):** Colocando as placas de metais em uma das soluções, você pode visualizar uma animação da atividade em nível molecular (submicroscopicamente).

 **Tradução B (Figura 2):** Usar o mouse para arrastar qualquer uma das placas em uma das soluções aquosas e em seguida, clique no botão "Iniciar" para ver a animação.

 Click em "Start". Em seguida, aparecerá essa imagem que significa: "Para sua informação":

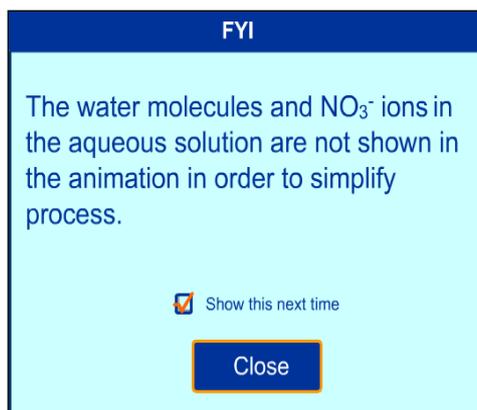


Figura 3: FYI (Para sua informação)

 **Tradução (Figura 3):** As moléculas de água e os íons  $\text{NO}_3^-$  na solução aquosa não são apresentados na animação, a fim de simplificar o processo.

 **Click em “Back”,** caso queira voltar a página anterior e click em “Start” para avançar.

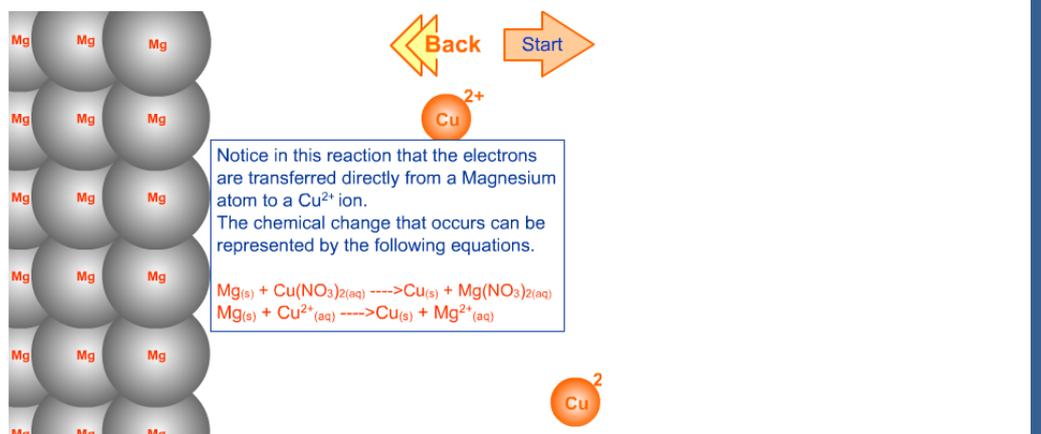


Figura 4: (A) Reação: Mg e  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

 **Tradução Figura 4:** Observar nesta reação que os elétrons são transferidos diretamente de um átomo de Magnésio para os íons cobre. A transformação química que ocorre pode ser representada pelas seguintes equações.

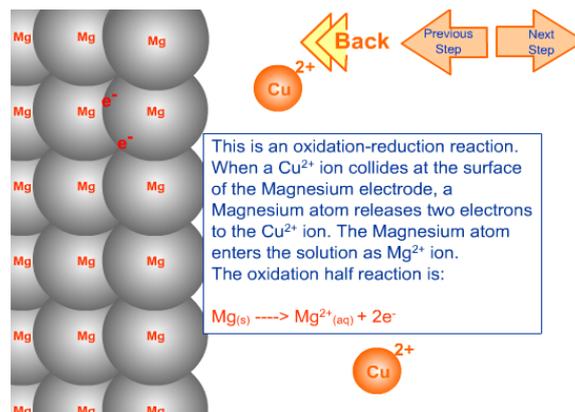


Figura 5: (B) Reação: Mg e  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

 **Tradução Figura 5:** Esta é uma reação de oxirredução. Quando um íon  $\text{Cu}^{2+}$  colide na superfície do metal de Magnésio, um átomo de magnésio libera dois elétrons para o íon  $\text{Cu}^{2+}$ . O átomo de magnésio entra na solução como íon  $\text{Mg}^{2+}$ .

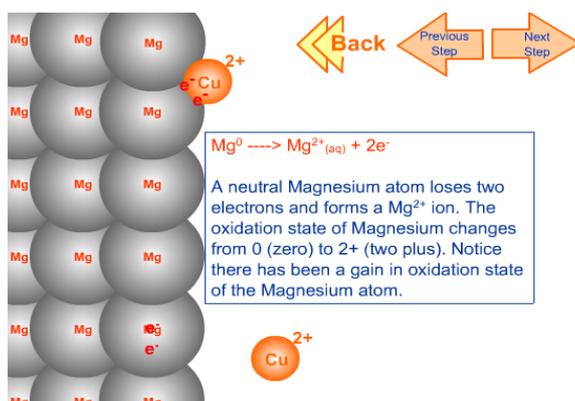


Figura 6 – (C) Reação: Mg e  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

 **Tradução Figura 6:** Um átomo neutro de Mg perde dois elétrons e forma um íon  $\text{Mg}^{2+}$ . A mudança do estado de oxidação do magnésio ocorre entre 0 (zero) e 2+ (dois mais). Observe a mudança de oxidação do átomo de magnésio.

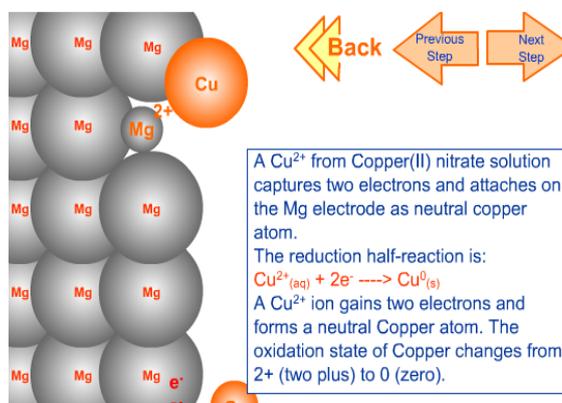


Figura 7 – (D) Reação: Mg e  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$



**Tradução Figura 7:** A partir da solução de nitrato de cobre (II), um  $\text{Cu}^{2+}$  atrai dois elétrons e liga-se ao eletrodo de magnésio como um átomo de cobre neutro. A semi-reação é: Um íon de  $\text{Cu}^{2+}$  ganha dois elétrons e forma um átomo de cobre neutro. O estado de oxidação do cobre passa de +2 para 0.



Para responder as questões a seguir, sempre que necessário retome o mesmo processo para visualizar em nível submicroscópico a reação que ocorre entre os outros metais e os íons em soluções aquosas.



2. a) Quando o átomo de magnésio transfere elétrons para os íons cobre, nesse processo ocorre à oxidação ou a redução do magnésio? \_\_\_\_\_

b) O metal magnésio é o agente redutor ou oxidante?

\_\_\_\_\_

c) Por outro lado, os íons cobre receberam os elétrons, por isso o processo envolvido é oxidação ou redução? \_\_\_\_\_

d) O cobre é o agente redutor ou oxidante? \_\_\_\_\_



3. a) Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? \_\_\_\_\_

b) Considerando que todas as reações neste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons em solução? Explique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



4. a) Qual dos íons em solução reagiu com todos os outros metais? \_\_\_\_\_

b) Considerando que todas as reações neste experimento são de oxirredução, esse íon é capaz de oxidar ou de reduzir todos os metais? Explique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



5. Coloque os metais em ordem de reatividade \_\_\_\_\_

## APÊNDICE E – Roteiro de exploração da simulação ‘*Voltaic Cell*’.

### Roteiro de Exploração da Simulação: *Voltaic Cell*

A simulação *Voltaic Cell* está disponível no link a seguir:

■ Disponível em:  
<<http://www.profpc.com.br/Simula%C3%A7%C3%A3o/Eletoqu%C3%ADmica/voltaicCellEMF.html>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Quando iniciar a Exploração da Simulação, leia com atenção as instruções que são dadas e responda as questões que vão sendo colocadas.

Os ícones simbólicos utilizados no Roteiro de Exploração possuem o seguinte significado:



Esta simulação permite tratar dos seguintes assuntos que fazem parte do conteúdo de Eletroquímica:

- Reações de oxirredução
- Pilhas e Baterias
- Diferença de Potencial de uma pilha

 Esta simulação apresenta uma pilha. Os menus denominados “Metals” e “Solutions” permitem selecionar metais (eletrodos) e soluções iônicas para serem colocados em dois copos que estão conectados por uma ponte de salina. Assim, é possível conectar os metais a um multímetro para medir a tensão da célula ( $E^{\circ}$ ).

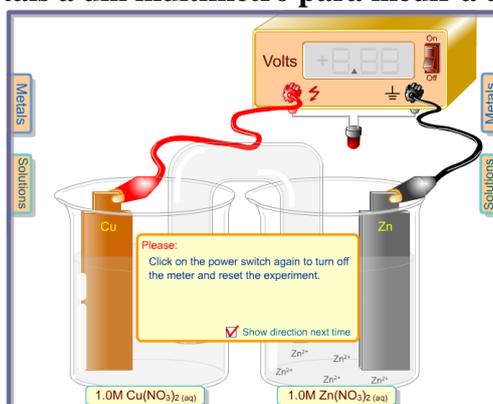


Figura 1. Simulação *Voltaic Cell*.



Selecione no menu do lado esquerdo “Metals” e selecione o metal cobre. No menu “Solutions” selecione a solução  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .



Selecione no menu do lado direito “Metals” e selecione o metal zinco. No menu “Solutions” selecione a solução  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ .



Clique no interruptor de energia do medidor de tensão. Observe a ação da simulação.



Para compreender a reação em nível molecular selecione “Molecular level reaction” e observe a simulação.

**1) Observe o multímetro da simulação e responda:**



a) Qual é a tensão ( $E^\circ$ ) gerada pela reação química?



b) É o mesmo valor encontrado durante a atividade?

**2) Observe o que ocorre nas placas de metais, em nível molecular e responda:**



a) O que ocorre nas placas dos metais de cobre e zinco?



b) As hipóteses levantadas durante o experimento anterior sobre o que ocorre nas placas de zinco e cobre, estão de acordo com as observações realizadas na simulação?

**3) Observe o que ocorre nas soluções, em nível molecular e responda:**



a) O que ocorre nas soluções de íons zinco e cobre?



b) As hipóteses levantadas durante o experimento anterior sobre o que ocorre nas soluções de íons zinco e íons cobre, estão de acordo com as observações realizadas na simulação?



4) Na pilha de Daniell, a ponte salina tem a função de permitir a migração de íons de uma solução para outra, de modo que o número de íons positivos e negativos na solução de cada eletrodo permaneça em equilíbrio. Considerando o que você descreveu sobre o que ocorre com os íons das soluções, como deve ser o movimento dos íons no interior da ponte salina?



5) Em que direção os elétrons estão fluindo fora da pilha?

### Conclusão

a) Após aplicar o roteiro de exploração para os alunos, conclua a aula expondo os conceitos novos que foram trabalhados para o entendimento do funcionamento das pilhas e baterias e relacione as transformações de energia que ocorrem no interior da pilha, com a Lei de Lavoisier - "*na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma*".

## APÊNDICE F – Avaliação tradicional.

1) Observe na tabela os resultados dos testes de condutividade elétrica realizados com a sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), conhecida como açúcar de mesa e com o cloreto de sódio (NaCl), conhecido como sal de cozinha.

Substância	Condução de corrente elétrica	
	Sólido	Solução aquosa
Sacarose	Isolante	Isolante
Cloreto de Sódio	Isolante	Condutor

a) Descreva como ocorre a condução de corrente elétrica na solução de cloreto de sódio.

---

---

b) Por que o cloreto de sódio não conduz corrente elétrica no estado sólido?

---

---

c) A solução de açúcar é considerada uma solução eletrolítica? Explique.

---

---

2) A água potável (torneira) é um composto que possui uma diversidade de substâncias dissolvidas. Será que os tipos de substâncias que estão dissolvidas na água afetam a sua condutividade elétrica? Explique.

---

---

3) Julgue os itens a seguir como verdadeiros ou falsos:

( ) Algumas substâncias moleculares quando dissolvidas em água, por meio do processo de ionização podem formar soluções eletrolíticas.

( ) A corrente elétrica consiste no movimento ordenado de cargas elétricas, através de um condutor elétrico.

( ) O ácido clorídrico (HCl) em solução aquosa não conduz eletricidade porque é uma substância molecular.

( ) A separação dos íons do retículo cristalino que ocorre quando um composto iônico se dissolve em água chama-se ionização.

4) A professora de Química levou ao laboratório três Materiais (A, B e C) para serem analisados por seus alunos. Eles observaram uma das propriedades dos materiais que é a condutividade elétrica e apresentaram os resultados, conforme descrito na tabela abaixo.

Materiais	Condutividade elétrica
A	Condutor em meio aquoso
B	Não condutor em meio aquoso
C	Condutor no estado sólido

Com base nesses resultados, é correto afirmar que as ligações químicas predominantes nos sólidos A, B e C são, respectivamente:

- a) iônicas, covalentes e metálicas.
- b) iônicas, metálicas e covalentes.
- c) covalentes, iônicas e metálicas.
- d) covalentes, covalentes e iônicas.
- e) iônicas, iônicas e metálicas.

5) O cobre metálico é bastante utilizado na confecção de fios condutores de eletricidade. Baseado na propriedade de condutividade elétrica dos metais pode-se afirmar a respeito do fio de cobre, que:

- a) é constituído de íons metálicos positivos em posições ordenadas, com os elétrons livres de valência movimentando-se em todo o fio.
- b) é constituído de moléculas.
- c) seus átomos estão unidos por ligações iônicas.
- d) as forças eletrostáticas que unem os átomos de cobre no fio são resultantes das interações dipolo-dipolo.
- e) as ligações nele existentes são covalentes.

6) O cloreto de sódio (NaCl) quando dissolvido em água passa pelo processo de dissociação iônica, já o ácido clorídrico (HCl) quando dissolvido em água passa pelo processo de ionização. Explique a diferença dos processos de dissociação iônica e ionização.

---

---

## APÊNDICE G – Nova situação da aprendizagem

### *Investigando os processos eletroquímicos na pilha seca e na pilha alcalina*

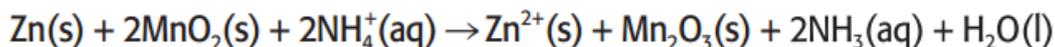
- 1) Realize a leitura do texto da pilha seca e responda as questões a seguir:

#### **Pilha de zinco/dióxido de manganês (Pilha seca)**

Inventada em 1860 pelo químico francês Georges Leclanché [1839-1882], a pilha seca fornece potencial de 1,55 V. Por ter um custo baixo, é a pilha mais comum, sendo utilizada em diferentes equipamentos portáteis. A pilha seca é formada por um cilindro de zinco contendo um eletrólito formado por uma mistura pastosa de cloreto de amônio, óxido de manganês e carbono pulverizados.



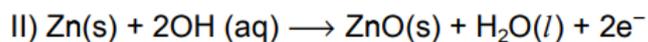
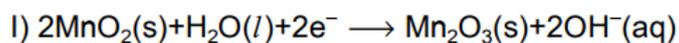
A reação que ocorre nessa pilha pode ser descrita pela equação:



Na verdade, essas pilhas não são totalmente secas, pois, em seu interior, sempre se obtém a pasta  $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Só será obtido um rendimento máximo intercalando-se intervalos de uso e “repouso”, o que favorece a dissolução de  $\text{NH}_3\text{(g)}$  em água, diminuindo a resistência interna da pilha. Não agindo dessa forma, podem-se verificar, em alguns casos, vazamentos na pilha. Para evitá-los, deve-se retirá-la no período de “repouso”.

- Qual(s) a(s) vantagem(s) e a(s) desvantagem(s) da pilha seca?
- Qual o número de oxidação do manganês e do zinco nas diferentes formas em que se fazem presentes na reação?
- Identifique e explique o processo de oxidação e o processo de redução que ocorre na pilha seca.
- Qual é o agente oxidante? Explique.
- Qual é o agente redutor? Explique.
- Qual é o cátodo da pilha seca? Explique.
- Qual é o ânodo da pilha seca? Explique.
- Indicando a substância constituinte de cada eletrodo, qual é o sentido do fluxo de elétrons na pilha em funcionamento?

(UFC-Adaptada) Um aprimoramento da pilha de Leclanché é o eletrólito alcalino, pois ele impede que ocorram reações quando a pilha não está em uso. Nessas pilhas, o eletrólito cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) é substituído pelo hidróxido de potássio ( $\text{KOH}$ ), o que justifica o uso da expressão **pilhas alcalinas**, isto é básicas. As pilhas alcalinas apresentam maior durabilidade que as pilhas secas, devido à pureza de seus materiais e ao processo de fabricação ser diferenciado, mas seu custo é maior.



- a) Qual(s) a(s) vantagem(s) e a(s) desvantagem(s) da pilha alcalina?
- b) Identifique e explique o processo de oxidação e o processo de redução que ocorre na pilha alcalina.
- c) Sabendo-se que os potenciais padrão de redução,  $E^\circ$ , do zinco e do manganês, nos processos I e II, são  $-1,25\text{V}$  e  $+0,29\text{V}$ , respectivamente, calcule a voltagem produzida pela pilha.

## APÊNDICE H – Pós-teste.

1) A relação entre a corrente elétrica e as reações químicas de transferência de elétrons é estudada em qual conteúdo da química?

- a) soluções
- b) atomística
- c) substância e mistura
- d) eletricidade
- e) eletroquímica

2) Observe a imagem abaixo e responda as questões:

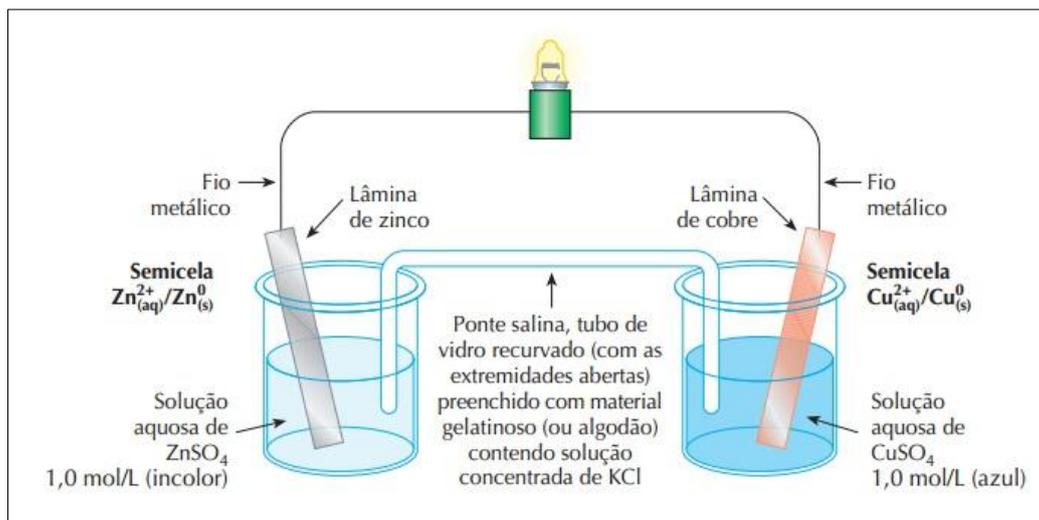


Figura 1: Pilha de Daniell.

a) Depois de seu estudo sobre eletroquímica, escreva tudo que você sabe sobre o funcionamento de uma pilha.

---

b) Qual(is) forma(s) de condução de corrente elétrica pode ocorrer na pilha?

---

c) Explique o que é necessário para ligar a lâmpada representada na pilha?

---

d) Qual nome recebe o polo negativo e o polo positivo da pilha? Justifique sua resposta, apontando quais processos eletroquímicos (ex: oxidação/redução, movimento dos íons no interior da pilha) influenciam na denominação desses polos.

---

3) Apresente seus conhecimentos sobre o assunto e cite exemplos de utilização de pilhas e baterias em objetos que você conheça.

---

4) Por que existem tantas pilhas diferentes no mercado? Aponte características que diferencia os tipos de pilhas.

---

---

5) Com o uso do multímetro, verifica-se que durante o funcionamento da pilha a sua voltagem diminui. Depois de algum tempo, a voltagem da pilha fica igual a zero e nesse momento deixa de funcionar. Indique quais são as razões para que isso aconteça com a pilha?

---

---

6) Por que pilhas não devem ser descartadas indiscriminadamente junto com o lixo doméstico?

---

---

7) Em relação ao eletrólito, como você diferencia uma pilha alcalina de outra comum?

---

---

8) O que você entende por pilha seca? O tipo de eletrólito está relacionado a essa denominação de pilha? Justifique.

---

---

9) Qual pilha tem maior durabilidade – secas ou alcalinas? Justifique sua resposta.

---

---

10) Por que recomenda-se retirar as pilhas dos aparelhos em que estão armazenadas, quando não estão em uso? Justifique a resposta do ponto de vista eletroquímico.

---

---

## ANEXO 1 – Atividade experimental: testando a condução de corrente elétrica nos materiais

### Atividade Experimental: testando a condução de corrente elétrica nos materiais

Neste experimento<sup>8</sup> construiremos um aparelho simples com o qual serão analisados materiais metálicos e soluções quanto à sua condutividade elétrica. Existem no comércio os condutivímetros digitais, entretanto com um custo muito menor podem ser construídos equipamentos mais simples, como o qual pretendemos neste experimento e que mesmo não permitindo medidas de condutividade, propiciam testes qualitativos e bons resultados visuais.

**1. Objetivo:** Identificar e analisar materiais metálicos, soluções eletrolíticas e não eletrolíticas.

**2. Habilidades/competências:** Analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos organizando e sistematizando informações dadas; utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas, como para entender e explicar a obtenção de energia através de pilhas comerciais e não comerciais.

### 3. Materiais e Reagentes

Na tabela a seguir são apresentados os materiais e reagentes a ser utilizados no experimento.

**Tabela 1. Materiais e Reagentes.**

<b>Materiais</b>	<b>Reagentes</b>
Béqueres de 50 mL	Água destilada ou deionizada
Grafite de 2 mm	Sulfato de Cobre
Bateria de 9 V com conector	Cloreto de Sódio
Fio de cobre encapado	Glicose
Fios com conectores (jacarés)	Etanol
LED	Materiais metálicos: placa de cobre, alumínio, zinco, etc.

### 4. Procedimentos

#### 1º Etapa - Preparando o equipamento.

- Construa o equipamento esquematizado na Figura 1.
- É necessário adquirir um conector para a bateria que ficará presa através dos jacarés com o grafite e o LED.

<sup>8</sup> RUBINGER, M. M. M.; BRAATHEN, P. C. Ação e Reação: Ideias para aulas especiais de química. 1 ed. 2012. v. 1. 292p.

- c) Prenda com fita adesiva a bateria entre os eletrodos que são os grafites, para impedir o contato entre os grafites.
- d) A haste mais longa do LED deve ser conectada ao polo positivo, normalmente o fio vermelho do conector de bateria.

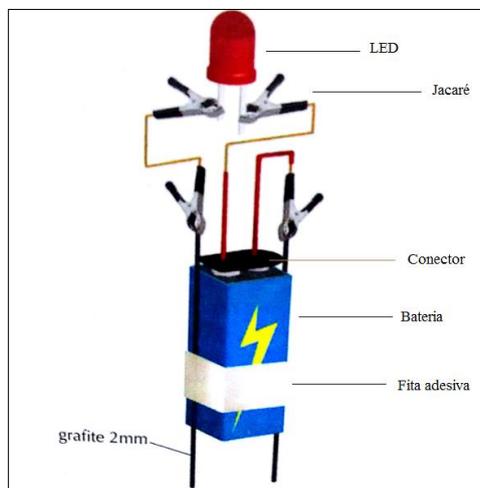


Figura 1: Esquema para a construção do aparelho indicador de condutividade.

### 3º Etapa – Preparando as soluções.

- a) Rotule os béqueres com as fórmulas ou nomes das amostras.
- b) Em cada béquer, coloque cerca de 20 ml de amostra.
- c) As soluções devem ter aproximadamente a mesma concentração, por exemplo, 0,1 mol/L.

### 4º Etapa – Testando a condutividade elétrica das soluções.

- a) Primeiramente mergulhe os eletrodos em água pura. Observe se a lâmpada acendeu.
- b) Em seguida, teste as soluções de etanol, glicose, cloreto de sódio e sulfato de cobre.
- c) Após cada teste, lave cuidadosamente os eletrodos com água destilada, pois eles precisam estar bem limpos.

### 5º Etapa – Testando a condutividade elétrica e relacionando a concentração de íons.

- a) Mantenha os eletrodos em uma das soluções em que o LED brilhou intensamente e comece a diluí-la com água destilada.

### 6º Etapa – Testando a condutividade elétrica dos materiais metálicos.

- a) Apenas, coloque os eletrodos em contato com os materiais metálicos.

## 5. Questões para condução da aula a partir do experimento.

- a) Classifique as soluções como eletrolíticas ou não eletrolíticas.
- b) Quando você diluiu a solução com água, qual foi o resultado observado?
- c) Ao testar os materiais metálicos, quais foram os resultados?

## ANEXO 2 – Atividade experimental: pilha de Daniell.

### Atividade Experimental: Pilha de Daniell

#### 1. Atividade Experimental: Pilha de Daniel<sup>9</sup>.

A pilha de Daniell foi elaborada em 1836 pelo químico britânico John Daniell, pois nesta época com o avanço da telegrafia existia a necessidade urgente de uma fonte de corrente elétrica que fosse confiável e estável. Este aparelho construído por Daniell se compõe como o princípio de funcionamento das pilhas que usamos em nosso dia a dia, assim todas as pilhas que são constituídas por metais e soluções dos seus respectivos sais são denominadas pilhas de Daniell<sup>10</sup>.

Daniell montou o arranjo apresentado na Figura 1, no qual os reagentes são separados e os eletrodos são unidos por um fio metálico e as soluções de eletrólitos são unidas por uma ponte salina ou uma barreira porosa. Com isso, os íons fornecidos pelo eletrólito movimentam-se entre os dois compartimentos.

2. **Objetivo:** Estudar as transformações de energia no funcionamento de uma pilha.

3. **Habilidades/competências:** Analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos organizando e sistematizando informações dadas; utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas, como para entender e explicar a obtenção de energia através de pilhas comerciais e não comerciais.

#### 4. Materiais e Reagentes

Na tabela a seguir são apresentados os materiais e reagentes a ser utilizados no experimento.

**Tabela 1.** Materiais e Reagentes.

<b>Materiais</b>	<b>Reagentes</b>
4 béqueres de 100 mL	Solução de sulfato de cobre (II) 1,0 mol/L
Conta gotas	Sulfato de zinco 1,0 mol/L
Algodão	Solução saturada de NaCl (Cloreto de Sódio)
Mangueira	4 Lâminas de cobre metálico
Fios com conectores (jacarés)	4 Lâminas de zinco metálico
Multímetro	
LED	

<sup>9</sup> PILHA DE DANIEL. Disponível em:

<<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/23530/Pilha%20de%20Daniell.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 set. 2017.

<sup>10</sup> ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de química:** questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

## 5. Procedimentos

### 1º Etapa - Preparando a pilha.

- Adicione 40 mL da solução de sulfato de zinco a um béquer. Posteriormente, Adicione 40 mL da solução de sulfato de cobre a um béquer.
- Ao béquer contendo sulfato de zinco, coloque uma placa de zinco. Ao béquer contendo sulfato de cobre, coloque uma placa de cobre.

### 2º Etapa – Preparando a ponte salina.

- Com auxílio de um conta gotas, encha completamente a mangueira com a solução saturada de NaCl.
- Umedeça dois pedaços pequenos de algodão com a solução de NaCl e utilize-os para tampar as extremidades da mangueira.
- Conforme a Figura 1 mergulhe uma extremidade da mangueira (ponte salina) no béquer contendo sulfato de zinco e a outra extremidade no béquer contendo sulfato de cobre.

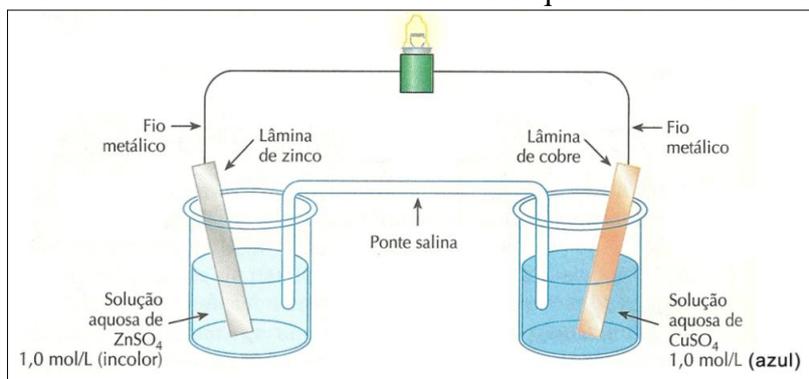


Figura 1: Representação da Pilha de Daniel.

### 3º Etapa – Trabalhando com o multímetro.

- Ajuste o multímetro para leitura de tensão elétrica (voltagem, medida em volts).
- Conecte o fio preto do multímetro na placa de zinco e o fio vermelho na placa de cobre.

### 4º Etapa – Preparando uma bateria.

- Monte uma segunda pilha.
- Conecte a placa de zinco de uma pilha à placa de cobre da outra pilha.
  - Não conecte as placas de uma mesma pilha.
- Conecte a placa de zinco livre ao polo negativo do LED e a placa de cobre livre ao polo positivo do LED. Observe.
- Troque o LED pelo multímetro e observe.