

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**ANA CAROLINA SILVA GONÇALVES**

**O PAPEL DA EXPERIENCIAÇÃO NO ENSINO DE  
ELETROQUÍMICA: contexto e reflexões sobre a prática  
docente de uma licencianda em química.**

Rio de Janeiro

2016

Ana Carolina Silva Gonçalves

**O PAPEL DA EXPERIENCIAÇÃO NO ENSINO DE  
ELETROQUÍMICA: contexto e reflexões sobre a prática  
docente de uma licencianda em química.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Instituto de Química – IQ, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura Plena em Química.

**Orientadora:**

Priscila Tamiasso-Martinhon

RIO DE JANEIRO  
2016

ANA CAROLINA SILVA GONÇALVES

**O PAPEL DA EXPERIENCIAÇÃO NO ENSINO DE  
ELETROQUÍMICA: contexto e reflexões sobre a prática  
docente de uma licencianda em química.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Instituto de Química – IQ, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura Plena em Química.

Aprovado em 09 de janeiro de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Priscila Tamiasso-Martinhon (Orientadora)  
Instituto de Química – UFRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Angela Sanches Rocha  
Instituto de Química – UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Célia Regina Sousa da Silva  
Instituto de Química – UFRJ

---

Prof. Francisco José Figueiredo Coelho  
GIEESAA – CE Prof. Antonieta Palmeira

---

Prof. Rene Pfeifer  
GIEESAA – UFRJ

## FICHA CATALOGRÁFICA

**GONÇALVES, ANA CAROLINA SILVA**

**O PAPEL DA EXPERIENCIAÇÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA: contexto e reflexões** sobre a prática docente de uma licencianda em química.

xvii, 136p. il.

**Trabalho de Conclusão de Curso: Licenciatura Plena em Química**

**1. Experimentação 2. Eletroquímica 3. Ensino**

**I. Universidade Federal do Rio de Janeiro**

**II. Título**

À Deus e a minha abençoada família.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus por te me sustentado em todos os momentos, me concedendo saúde e força para buscar e realizar meus sonhos. O que darei eu por todos os benefícios que o Senhor tem me concedido? À Deus seja dada toda honra, glória e louvor. Amém!!

As minhas queridas professoras Célia e Priscila, por toda força. E em especial a minha orientadora, pela dedicação, compreensão e muita paciência. Vocês são verdadeiros anjos na vida dos alunos. Enfim obrigada por acreditarem em mim.

A meus pais, Maria de Lourdes e Elson, e a família por toda força, incentivo, amor, auxílio e por sempre terem acreditado na minha capacidade. Por não me deixarem desistir diante das dificuldades, dedico este trabalho a eles.

Ao meu tio Marcelo por ter fornecido de boa vontade os metais para execução das práticas, obrigada pelo apoio. Ao amigo de trabalho Walter Camilo pelo apoio e colaboração no processo de preparação dos experimentos. Aos amigos, Quelle e Adonai, pela ajuda na produção do vídeo e nas correções.

Aos colegas de graduação e do trabalho que fiz durante esses anos de caminhadas, com quem partilhei minhas dúvidas, preocupações e questões, mas também muitas conversas proveitosas, alegria e risadas. Amigos obrigada pelo apoio.

*“Uns ensinam e ao fazê-lo aprendem. Outros aprendem e, ao fazê-lo, ensinam”.*

**Paulo Freire**

## RESUMO

GONÇALVES, Ana Carolina Silva. **O PAPEL DA EXPERIENCIAÇÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA:** contexto e reflexões sobre a prática docente de uma licencianda em química. Rio de Janeiro, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

O presente trabalho propõe uma reflexão crítica sobre experiencição discente por meio da prática docente de uma licencianda em química. A motivação surgiu a partir da busca por materiais didáticos capazes de facilitar o aprendizado de alunos do ensino médio no que tangencia conceitos de eletroquímica, sua contextualização e transversalidade. Para tal, investigou-se alguns experimentos sobre pilhas - dentre as quais: (i) pilha de compartimento único, (ii) pilha de Daniell, (iii) derivações com pilha de concentração e pilha de temperatura – e corrosão. A lente adotada foi colimada pelos resultados de 2015 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2015), utilizados pelo governo brasileiro como um dos indicadores, tanto do nível de letramento científico da população em processo de escolarização, quanto das supostas causas que corroboram para o cenário por ele apresentado. O projeto propõe algumas ferramentas didáticas – como aulas experimentais, vídeos e mapas conceituais - capazes de enriquecer a aprendizagem discente. As ferramentas adotadas dialogaram com referenciais teóricos epistemológicos previamente escolhidos, dentre os quais: Bachelard, Dewey, Perrenoud, Ausubel, Bloom e Vygotsky. Em suma, trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, com delineamento bibliográfico-experimental, que, a partir de uma temática específica, no caso pilhas, traça um perfil histórico, e apresenta ideias centrais do que concerne aprendizado eficiente e estratégias de ensino, a partir de aulas teórico-experimentais. No processo avaliativo dos alunos foram desenvolvidos experimentos de células galvânicas, sendo as células de Daniell, temperatura, concentração e compartimento único, consistindo em analisar as dificuldades observadas no desenvolvimento dos roteiros das práticas, correlacionando os conteúdos com assuntos que fazem parte da vivência dos sujeitos e também questões interdisciplinares que podem ser abordadas para além do assunto central, contemplando uma transversalização de conteúdo. A



análise proposta destaca a importância da experimentação - contextualizada e crítica - no processo de empoderamento de competências e habilidades, não somente aquelas as quais os Parâmetros Curriculares Nacionais orientam os professores a trabalhar com seus alunos, mas principalmente às almejadas individualmente e coletivamente pelos discentes.

**Palavras Chaves:** Experimentação, Eletroquímica, Ensino.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b>	As inter-relações entre as dimensões do letramento científico – PISA 2015.....	23
<b>FIGURA 2:</b>	Ilustração gráfica da Tabela 3 (Desempenho em % de jovens de 15 anos do EM, em cada nível da OCDE, no PISA-2015).....	27
<b>FIGURA 3:</b>	Quadro ilustrativo de como abordar conteúdos de química para o EM utilizando a inter-transdisciplinariedade.....	34
<b>FIGURA 4:</b>	Diagrama de célula com fronteiras de duas fases miscíveis.....	47
<b>FIGURA 5:</b>	Diagrama da célula de Daniel com ponte salina.....	47
<b>FIGURA 6:</b>	Representações das pilhas de Daniell.....	49
<b>FIGURA 7:</b>	Diagrama de célula de concentração de cloro.....	50
<b>FIGURA 8:</b>	Diagrama da célula de concentração de cobre.....	51
<b>FIGURA 9:</b>	Diagrama de célula combustível hidrogênio-oxigênio.....	51
<b>FIGURA 10:</b>	Mapa Conceitual de Eletroquímica para ser trabalhado no ES..	63
<b>FIGURA 11:</b>	Uma possibilidade de Zoom do Mapa Conceitual proposto na figura 10.....	63

<b>FIGURA 12:</b> Mapa conceitual de tópicos de pilhas para se trabalhar com alunos do EM.....	64
<b>FIGURA 13:</b> Foto de grupo de bráquetes comerciais.....	66
<b>FIGURA 14:</b> Eletrodo de trabalho feito a partir dos bráquetes ortodônticos.....	66
<b>FIGURA 15:</b> Pôster sobre o estudo do comportamento de bráquetes ortodônticos.....	67
<b>FIGURA 16:</b> Foto do vídeo desenvolvido para auxiliar o material didático dos experimentos sobre a célula de Daniell, célula de concentração e célula de temperatura.....	71

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> Comparativo dos resultados do Brasil no PISA de 2000 até 2015.....	24
<b>TABELA 2:</b> Escala de proficiência em ciências da OCDE.....	26
<b>TABELA 3:</b> Resultado % em ciências, nos seis níveis estipulados pela OCDE, em 13 dos 70 países que participaram do PISA-2015	27
<b>TABELA 4:</b> Letramento em ciências exigidos pelo PISA.....	28
<b>TABELA 5:</b> Competências e ações destinados a melhora da educação..	32

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCMN	Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CENPES	Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello
CIEP	Centros Integrados de Educação Pública
DAEB	Diretoria de Avaliação Básica
DDP	Diferença de Potencial
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ES	Ensino Superior
FEM	Força Eletromotriz
GHQ	História da Ciência e Ensino de Química
GIEESAA	Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte
HCTE	Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia
HFC	História e Filosofia da Ciência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
IMA	Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano
INAp	Instituto de Neurolinguística Aplicada

INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
JIC	Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural
MEC	Ministério da Educação
NEJA	Nova Educação de Jovens e Adultos
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S. A.
PNE	Plano Nacional de Educação
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Programme for International Student Assessment)
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESP	Universidade Estadual de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

PRELÚDIO.....	18
INTRODUÇÃO.....	20
<b>CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
1.1. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO SEGUNDO INDICADORES DE DESEMPENHO.....	22
<b>1.1.1. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.....</b>	<b>23</b>
1.2. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	29
1.3. O PAPEL DOCENTE-DISCENTE.....	30
<b>1.3.1. Sobre competências e habilidades discente-docente.....</b>	<b>31</b>
1.4. CALEDOSCÓPIO DE POSSIBILIDADES.....	33
1.5. METODOLOGIA.....	36
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>40</b>
2.1. A INTERTRASVERSALIDADE DA ELETROQUÍMICA.....	40
2.2. CONCEITOS GERAIS DE ENERGIA E ELETROQUÍMICA.....	41
<b>2.2.1. Oxidação e Redução.....</b>	<b>43</b>
<b>2.2.2. Equação de Nernst.....</b>	<b>44</b>
<b>2.2.3. Corrente Elétrica.....</b>	<b>46</b>
<b>2.2.4 Representação das células eletroquímicas.....</b>	<b>47</b>
2.3. TIPOS DE CÉLULAS ELETROQUÍMICAS.....	47
<b>2.3.1. Células Galvânicas.....</b>	<b>47</b>
<b>2.3.2. Pilha de Compartimento único.....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.3 Célula de Daniell.....</b>	<b>49</b>

2.3.4. Célula de temperatura.....	49
2.3.5. Célula de Concentração.....	50
2.3.6. Bateria.....	51
2.3.6.1. Célula combustível.....	51
<b>CAPÍTULO 3: REFERENCIAIS TEÓRICOS EPISTEMOLÓGICOS.....</b>	<b>52</b>
3.1. ESCOLHA DOS REFERENCIAIS EPISTEMOLÓGICOS.....	52
3.2. JOHN DEWEY.....	52
3.3. GASTÓN BACHELARD.....	53
3.4. PHILIPPE PERRENOUD.....	55
3.5. BENJAMIM BLOOM.....	55
3.6. DAVID AUSUBEL.....	57
3.7. LEV VYGOTSKY.....	58
<b>CAPÍTULO 4: ESTRATÉGIAS DE ENSINO.....</b>	<b>60</b>
4.1. A IMPORTÂNCIA DO CONTEXTO HISTÓRICO NO ENSINO DE CIÊNCIA.....	60
4.2. O USO DE MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA	62
4.3. A CORROSÃO COMO FORMA DE TRABALHAR TEMAS TRANSVERSAIS.....	65
4.4. EXPERIMENTAÇÃO COM DESENVOLVIMENTO DE ROTEIROS.....	68
<b>4.4.1. Disciplinas que nortearam a confecção dos roteiros experimentais.....</b>	<b>68</b>
4.4.1.1. Instrumentação da Química no Cotidiano.....	68
4.4.1.2. Métodos Eletroquímicos.....	68
4.4.1.3. Avaliação de Materiais Didáticos.....	69
<b>4.4.2. Questionamento sobre roteiros experimentais.....</b>	<b>69</b>



4.5. RECURSOS DE ENSINO NA MÍDIA.....	70
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>84</b>

## PRELÚDIO

Meu interesse pela química surgiu durante o ensino médio, o qual cursei no Centro Integrado de Educação Pública (CIEP) 199 Charles Chaplin, em Duque de Caxias. Ao estudar essa disciplina fiquei interessada em saber como atuavam os profissionais desta área da ciência. Quando terminei o ensino médio deparei-me com Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), na época não entendia a finalidade do exame, apenas fui informada pela escola que deveria fazê-lo, para verificar meu aprendizado. Qual não foi minha surpresa ao constatar que eu não tinha o preparo suficiente para realizar a tal avaliação. Ao perceber que minha formação era deficiente, comecei a estudar em um pré-vestibular comunitário, para me adequar ao nível de conhecimento exigido para cursar um nível superior.

Conversei com minha mãe sobre a questão, pois ela é uma pessoa muito sábia, ela sugeriu que eu procurasse uma escola técnica, com ênfase em química, pois o mesmo também me possibilitaria entrar no mercado de trabalho. Fui pesquisar e descobri o Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ). Prestei o concurso de admissão, e consegui passar para o curso de Técnico de Operação em Processos Industriais em Polímeros, atualmente o curso tem o nome de Técnico em Polímeros, e é ministrado pela rede IFRJ. Pensei comigo: “agora vou conseguir, vou estudar química”. Descobri durante meu período no CEFET, que a complexidade desta área de atuação, mas mesmo assim eu estava encantada por essa ciência.

No transcorrer do curso técnico participei de diversas visitas técnicas, tanto a indústrias - como a Petroflex, do grupo LANXESS, e a Nitriflex, do grupo BRAMPAC – quanto a centros de pesquisa, como o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES) da Petrobras. Durante a visita ao CENPES fiquei encantada e pensei comigo novamente: “Nossa! Quem trabalha neste lugar deve ser muito inteligente”. Qual surpresa não foi para mim quando participei do processo seletivo para estágio no CENPES e consegui uma vaga no laboratório de síntese de poliolefinas. Isso aconteceu já no final do ensino técnico, concomitante ao término do estágio, fui convidada a trabalhar em um projeto da Petrobras durante um

ano, no Instituto de Macromolécula Professora Eloisa Mano (IMA), trabalhando com a síntese de polímeros hidrossolúveis. Naquele momento estava no céu.

Nesse mesmo ano me inscrevi para o vestibular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e passei na seleção. Em 2009, comecei a faculdade, estava trabalhando dentro do campus da mesma, e disse “Glória a Deus!!!!”. Em 2010, fui novamente convidada a trabalhar no CENPES, no mesmo laboratório que estagiei, e onde me encontro até o presente momento, ou seja, trabalhei como técnica durante toda minha formação superior.

Durante meu estágio docente retornei à escola em que cursei meu ensino médio. Ao vivenciar o cotidiano do professor em sala de aula, sempre escutava os alunos indagando o motivo de estar aprendendo determinado conteúdo da área de química, dizendo que não conseguiam ver utilidade no estudo desta ciência. Uma vez perguntei a um aluno o motivo dele não gostar da disciplina e este respondeu “Não vejo utilidade nesta coisa de química, não sei onde vou usar isso que estou copiando”, com isso refleti sobre a importância de certos conteúdos de química no ensino médio, o porquê de tais conteúdos serem colocados em detrimento de outros. O aluno não conseguia ver a conexão entre os assuntos e sua aplicabilidade no seu cotidiano. De fato, até então, os conteúdos ministrados no ensino de química eram meramente expositivos, e nem sempre contextualizados à realidade discente.

Assim, para as minhas aulas eu incorporei alguns experimentos, sob supervisão da professora, os quais tiveram grande aceitação por parte dos alunos, pois a dinâmica da aula havia mudado. Alguns queriam que as aulas fossem todas experimentais, conseqüentemente eu me senti motivada a preparar mais aulas práticas. Os experimentos sobre reatividade de metais, por exemplo, estimularam a curiosidade da classe, eles queriam saber por que aquelas transformações tinham acontecido, facilitando a apresentação da tabela de potencial, e a ampliação conceitual, a partir de exemplos embasados no conhecimento prévio da turma.

## INTRODUÇÃO

A presente pesquisa, cuja motivação principal para a escolha do tema surgiu durante o estágio de prática docente da autora, em que a mesma atuou tanto com os alunos do ensino regular, quanto com os da modalidade NEJA (Novo Ensino de Jovens e Adultos), no CIEP 199 Charles Chaplin de Duque de Caxias, escola na qual cursei o ensino médio regular.

O objetivo geral foi embasar alguns questionamentos que emergiram frente uma vivência específica, a partir do olhar de uma licencianda em química, durante sua formação docente. Dentre as perguntas que emergiram torna-se recorrente a seguinte questão: como facilitar o acesso dos alunos aos conceitos de químicos? Talvez a experimentação possa tornar o ensino mais realístico e palpável, porém, nem sempre essa alternativa é viável ou mesmo suficiente para responder as inúmeras questões que ainda estão em aberto.

A procura por respostas iniciou-se a partir de uma contextualização história dessa ciência, da pesquisa da evolução do conhecimento científico, da teoria do conhecimento e da filosofia da ciência. Apesar da busca, não se chegou a uma solução unívoca – pois são muitas as variáveis, levar em consideração apenas as condições da estrutura (física, política, pedagógica) das escolas não é suficiente – contudo, foi possível esboçar uma visão mais panorâmica e significativa do que concerne o aprendizado docente-discente, seus principais obstáculos e suas possíveis soluções. Trata-se de um convite à reflexão sobre dilemas aos quais alunos e professores estão expostos em seu convívio cotidiano.

Nessa perspectiva, a partir de um estudo qualitativo-exploratório de referenciais teóricos, capazes de embasar a práxis pedagógica de partícipes da área de ciências exatas, os objetivos específicos do presente trabalho foram: (i) fazer uma contextualização histórica, principalmente no que tangencia o ensino de eletroquímica, no geral, e pilhas em específico, (ii) mapear as principais dificuldades atreladas a esse processo, (iii) buscar metodologias que possam ser utilizados em salas de aula, a fim de facilitar o processo de aprendizagem tanto para o aluno quanto para o professor, e, (iv) apresentar algumas ferramentas capazes de enriquecer a

aprendizagem desses sujeitos, entre os quais aulas experimentais e mapas conceituais.

## CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZAÇÃO

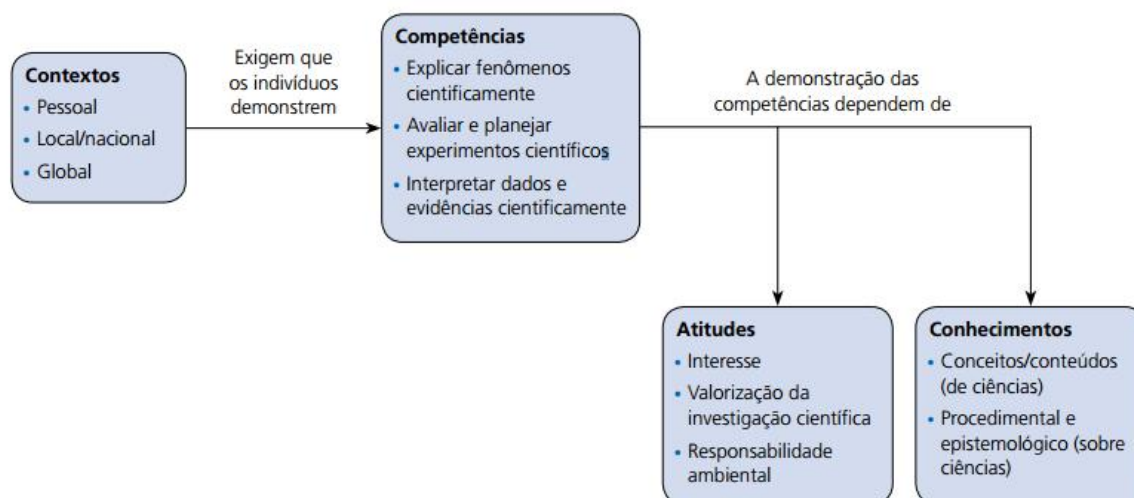
Neste capítulo será abordada a realidade escolar, tanto diretamente, por meio dos resultados de pesquisas do PISA 2015, quanto indiretamente, pelas diretrizes sugeridas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Ambos preveem o desenvolvimento de habilidades e competências, tanto discentes quanto docente. Com esse propósito o capítulo inicia com uma breve contextualização sobre os desafios da educação segundo indicadores de desempenho internacionais. Também serão discutidos alguns paradigmas e desafios do ensino de química, bem como o papel do professor, as competências e habilidades, na perspectiva discente-docente, e as possíveis abordagens.

### 1.1. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO SEGUNDO INDICADORES DE DESEMPENHO

Considerado como um país emergente e em desenvolvimento, o Brasil está abaixo dos padrões se comparados a outros países em desenvolvimento. Ou seja, apesar de ser a sexta maior economia do mundo, o ensino brasileiro ainda não está dentro dos padrões aceitáveis pelas organizações internacionais. As opiniões dos especialistas da área são semelhantes, tem-se um consenso geral que, para melhorar será necessário aprimorar a qualidade das escolas e dos professores, bem como aumentar o fluxo escolar, uma vez que muitos alunos matriculados no ensino médio abandonam a escola. Em suma, as pesquisas feitas na área de ensino, durante o crescimento econômico do país, mostram que a educação no Brasil progrediu, contudo ainda será necessário um grande esforço e investimento para se alcançar padrões mundiais aceitáveis (GAMA, 2014, p. 22).

Em 2016, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em parceria com o Ministério da Educação (MEC) e com a Diretoria de Avaliação Básica (DAEB), divulgou o Sumário Executivo Brasil no PISA<sup>1</sup> 2015 (BRASIL/ INEP, 2016). Este relatório teve por objetivo desenvolver um estudo de forma a explicitar os pontos fortes e fracos dos estudantes brasileiros no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (do inglês, *Programme for International*

*Student Assessment: PISA*) de 2015. Para fins da avaliação, o letramento científico no PISA 2015 foi constituído de quatro componentes como exposto na Figura 1.



**Figura 1:** Inter-relações entre as dimensões do letramento científico – PISA 2015. Fonte: OCDE (2016), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy.

A defasagem no ensino de química e das outras ciências da natureza vem sendo analisada há bastante tempo. E, de fato, não é de hoje que o Brasil adota indicadores internacionais para nortear suas Políticas Públicas (PEREIRA, 2016), como o PISA.

### 1.1.1. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

No concernente à educação, o país tem adotado e participado do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (do inglês, *Programme for International Student Assessment: PISA*), que é coordenado pelo INEP. Segundo esse instituto, a avaliação do PISA tem o objetivo de produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico. Assim, essa avaliação procura verificar até que ponto as escolas de cada país participe estão preparando seus jovens para exercer o papel de cidadãos na sociedade contemporânea.

Além de observar as competências dos estudantes em leitura, matemática e ciências, o PISA coleta informações para a elaboração de indicadores contextuais, os quais possibilitam relacionar o desempenho dos alunos a variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais. Essas informações são coletadas por meio da aplicação de questionários específicos para os alunos, para os professores e para as escolas (BRASIL/INEP, 2015). Em 2015, o foco da avaliação do PISA foi na área de ciências da natureza, com o objetivo de mensurar o letramento científico. Para tal, desde 2006 utiliza-se uma escala de proficiência desenvolvida pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (MASSUNAGA *et al.*, 2015). A OCDE estabeleceu uma escala de proficiência em ciências com seis níveis de letramento científico. No nível 1, o mais baixo nessa escala, o conhecimento científico dos estudantes é limitado, e no nível 6, o mais alto da escala, os estudantes explicam e aplicam conhecimentos científicos em uma grande variedade de situações complexas de vida.

Os dados mostrados na Tabela 1 fornecem um perfil geral do desempenho de estudantes brasileiros, pela análise comparada dos resultados de 2000 até 2015, nos quesitos leitura, matemática e ciências - conhecimentos fundamentais para um bom aprendizado futuro em química. A análise desses resultados indica um certo aumento até 2012 na pontuação do PISA<sup>1</sup>, bem como um decaimento de 2012 a 2015.

**Tabela 1:** Comparativo dos resultados do Brasil no PISA de 2000 até 2015. Fonte: Brasil/INEP.

PISA	2000	2003	2006	2009	2012	2015
<b>Número de alunos participantes</b>	4.893	4.452	9.295	20.127	18.589	23.141
<b>Leitura</b>	396	403	393	412	410	401
<b>Matemática</b>	334	356	370	386	391	377
<b>Ciências</b>	375	390	390	405	405	401

1. Tradução: PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (do inglês: *Programme for International Student Assessment*)



Contudo, apesar do progresso que teve até 2012, edição em que foram considerados 65 países, evidenciado na Tabela 1, o Brasil ocupou o 55º lugar no teste de leitura e o 58º nos testes de matemática e ciências, o que pontua o baixo desempenho do país nesse tipo de avaliação (GAMA, 2014, p. 24). Além disso, o resultado obtido até 2012 provavelmente não se deu pela melhora na escola, mas porque nesse período o país sofreu um crescimento como um todo, e isso refletiu na educação. Observando que a educação é a base de tudo praticamente, pois sem uma educação adequada como poderemos formar bons profissionais? Sejam estes professores, médicos, advogados, cientistas, entre outros.

Para melhor compreensão dos valores numéricos apresentados na Tabela 1, a escala da OCDE, de proficiência em ciências em ordem decrescente, será apresentada detalhadamente na Tabela 2. Na sequência, a Tabela 3 possibilitará uma comparação percentual sobre o desempenho em ciências - segundo os índices apresentados na Tabela 2 - de Jovens do ensino médio, na faixa etária de 15 anos, em 13 dos 70 países que participaram do PISA 2015. Nesta foi mensurado, em cada um dos seis níveis, se é que isso é possível, o que os alunos dos países listados estão aptos a executar. A Figura 2 ilustra a Tabela 3 apresentando de forma gráfica as competências científicas, conhecimentos e entendimentos exigidos nos seis níveis da escala de letramento científico do PISA.

Os resultados em ciências, (PISA-2015) apresentados na Tabela 3 e ilustrados graficamente pela Figura 2, sugerem que os alunos brasileiros matriculados no Ensino Médio (EM) só conseguem apresentar explicações científicas, que sejam óbvias, e interpretar de forma literal os resultados de uma pesquisa simples. Este nível de conhecimento (N2) é esperado para alunos que estejam terminando o ensino fundamental (EF).

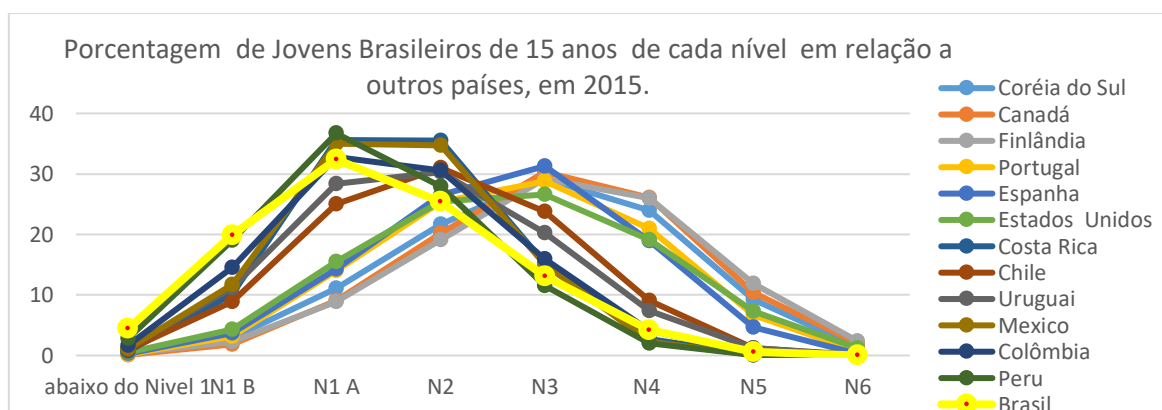
Ao se analisar a Tabela 4 – que especifica as competências necessárias, segundo o PISA, para que um aluno seja considerado alfabetizado em ciências – podemos constatar que as orientações presentes nos PCNs estão em consonância com o Letramento exigido pelo PISA.

Tabela 2: Escala de proficiência em ciências da OCDE. Fonte: OCDE, 2015.

Nível	Limite inferior	O que os estudantes em geral podem fazer em cada nível
6	708	No nível 6, os estudantes podem recorrer a uma série de ideias e conceitos científicos interligados de física, ciências da vida, Terra e espaço e usar conhecimentos de conteúdo, procedimental e epistemológico para formular hipóteses explicativas para novos fenômenos científicos, eventos e processos ou para fazer suposições. Ao interpretar dados e evidências, conseguem fazer a discriminação entre informação relevante e irrelevante e podem recorrer a conhecimento externo ao currículo escolar. Podem distinguir argumentos baseados em teorias e evidência científica dos baseados em outros fatores. Os estudantes do nível 6 podem avaliar projetos concorrentes de experimentos complexos, estudos de campo ou simulações e justificar suas escolhas.
5	633	No nível 5, os estudantes podem usar ideias ou conceitos científicos abstratos para explicar fenômenos incomuns e mais complexos, eventos e processos que envolvam relações causais múltiplas. Eles conseguem aplicar conhecimento epistemológico mais avançado para avaliar projetos experimentais alternativos, justificar suas escolhas e usar conhecimento teórico para interpretar informações e fazer suposições. Os estudantes do nível 5 podem avaliar formas de explorar determinado problema cientificamente e identificar limitações na interpretação de dados, incluindo fontes e os efeitos de incerteza dos dados científicos.
4	559	No nível 4, os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo mais complexo e mais abstrato, proporcionado ou recordado, para construir explicações de eventos e processos mais complexos ou pouco conhecidos. Podem conduzir experimentos que envolvam duas ou mais variáveis independentes em contextos restritos. Conseguem justificar um projeto experimental recorrendo a elementos de conhecimento procedimental e epistemológico. Os estudantes do nível 4 podem interpretar dados provenientes de um conjunto moderadamente complexo ou de contexto pouco conhecido, chegar a conclusões adequadas que vão além dos dados e justificar suas escolhas.
3	484	No nível 3, os estudantes podem recorrer a conhecimento de conteúdo de moderada complexidade para identificar ou formular explicações de fenômenos conhecidos. Em situações mais complexas ou menos conhecidas, podem formular explicações desde que com apoio ou dicas. Podem recorrer a elementos de conhecimento procedimental e epistemológico para realizar um experimento simples em contexto restrito. Os estudantes do nível 3 conseguem fazer distinção entre questões científicas e não científicas e identificar a evidência que apoia uma afirmação científica.
2	410	No nível 2, os estudantes conseguem recorrer a conhecimento cotidiano e a conhecimento procedimental básico para identificar uma explicação científica adequada, interpretar dados e identificar a questão abordada em um projeto experimental simples. Conseguem usar conhecimento científico básico ou cotidiano para identificar uma conclusão válida em um conjunto simples de dados. Os estudantes do nível 2 demonstram ter conhecimento epistemológico básico ao conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente.
1A	335	No nível 1a, os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo e procedimental básico ou cotidiano para reconhecer ou identificar explicações de fenômenos científicos simples. Com apoio, conseguem realizar investigações científicas estruturadas com no máximo duas variáveis. Conseguem identificar relações causais ou correlações simples e interpretar dados em gráficos e em imagens que exijam baixo nível de demanda cognitiva. Os estudantes do nível 1a podem selecionar a melhor explicação científica para determinado dado em contextos global, local e pessoal.
1B	261	No nível 1b, os estudantes podem usar conhecimento científico básico ou cotidiano para reconhecer aspectos de fenômenos simples e conhecidos. Conseguem identificar padrões simples em fontes de dados, reconhecer termos científicos básicos e seguir instruções explícitas para executar um procedimento científico.
>1		A OCDE não especifica as habilidades desenvolvidas.

**Tabela 3:** Resultado % em ciências, nos seis níveis estipulados pela OCDE, em 13 dos 70 países que participaram do PISA-2015. Fonte: BRASIL/INEP (Resultados do PISA, 2015).

Porcentagem de Jovens brasileiros de 15 anos de cada nível em relação a outros países, em 2015								
PAISES	abaixo do N 1	N1 B	N1 A	N2	N3	N4	N5	N6
Coréia do Sul	0,4	2,9	11,1	21,7	29,2	24	9,2	1,4
Canadá	0,1	1,8	9,1	20,2	30,3	26,1	10,4	2
Finlândia	0,3	2,3	8,9	19,1	29,2	26	11,9	2,4
Portugal	0,2	3,2	14	25,4	28,8	21	6,7	0,7
Espanha	0,3	3,7	14,3	26,5	31,3	18,9	4,7	0,3
USA	0,5	4,3	15,5	25,5	26,6	19,1	7,3	1,2
Costa Rica	0,7	10,1	35,6	35,5	15,2	2,7	0,1	0
Chile	1	8,9	25	31	23,8	9,1	1,2	0
Uruguai	1,2	11,2	28,4	30,3	20,3	7,4	1,2	0,1
Mexico	1,1	11,7	35	34,7	15,1	2,3	0,1	0
Colômbia	1,7	14,5	32,8	30,6	15,9	4,1	0,3	0
Peru	2,8	19	36,7	27,9	11,5	2	0,1	0
Brasil	4,4	19,9	32,4	25,4	13,1	4,2	0,6	0



**Figura 2:** Ilustração gráfica da Tabela 3 (Desempenho em % de jovens de 15 anos do EM, em cada nível da OCDE, no PISA-2015).

**Tabela 4:** Letramento em ciências exigido pelo PISA. Fonte: Brasil/INEP – Relatório Nacional PISA, 2015.

LETRAMENTO EXIGIDOS EM CIÊNCIAS DE ACORDO COM O PISA
Possui conhecimento científico e utiliza esse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidência científica sobre questões relacionadas a ciências;
Compreende os traços característicos das ciências como forma de conhecimento humano e investigação;
Demonstra consciência de como ciência e tecnologia moldam nosso ambiente material, intelectual e cultural;
Demonstra interesse por questões relacionadas a ciências como um cidadão consciente.

Da análise dos dados supracitados, observa-se que o desempenho em ciências dos estudantes brasileiros é inferior ao dos demais países apresentados. A nota média dos jovens brasileiros em ciências no PISA 2015 foi de 401 pontos, significativamente inferior às dos estudantes dos países da OCDE (493 = nível 4). De fato, muitos alunos não entendem os conceitos essenciais de ciências, em geral, e de áreas como química, física e matemática, em específico.

Contudo, com base em resultados do PISA, de países que investiram na formação do docente em serviço, e que aumentaram seus índices de alfabetização científica em até 12%, a formação docente continuada poderia reverter esse quadro (RATIER, 2008). Um exemplo é o Reino Unido, que conseguiu aumentar em 12% o índice de alfabetização ao investiram na formação do docente. Tal fato nos remete a questionar sobre o reflexo, causas e consequências, desses indicadores no papel discente-docente, e a indagar se a atuação do professor pode ter uma ação determinante frente aos resultados de tais avaliações.

## 1.2. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Atualmente o Brasil possui muitas escolas, porém como se observa, quantidade não é sinônimo de qualidade. As escolas não estão bem estruturadas para fornecer aos alunos um ensino de qualidade. Os problemas começam nas primeiras séries do EF e se propagam até o Ensino Superior (ES). No ensino de química, como qualquer campo das Ciências Naturais, há um consenso entre os docentes em se ministrar em sala de aula algo mais que conceitos e definições puramente expositivas. A química, assim como tantas outras disciplinas, deve ser direcionada como forma de educar para a vida (SANTOS & SCHNETZLER, 2003).

No entanto, o sistema escolar brasileiro permanece fossilizado em uma aprendizagem por transmissão, onde a metodologia aplicada é a de “depósito bancário” de ensino. Os resultados no país de pesquisas sobre estratégias de ensino aprendizagem indicam que as escolas tanto públicas quanto privadas continuam valorizando uma relação baseada em uma “transmissão- recepção”, que fica limitada pelo saber do professor que transmite um conteúdo enciclopédico aos discente.

Santos (2010) e Luckezi (2011) pontuam que no exercício da docência verifica-se um distanciamento entre a proposta pedagógicas praticadas nas escolas e as orientações contidas nos documentos oficiais destinados à Educação Básica, principalmente quanto ao desenvolvimento de currículos e práticas pedagógicas baseadas na formação de habilidades e competências propostas nos PCNs, que proporcionam a verdadeira aprendizagem e uma reflexão crítica acerca dos conteúdos de Química (BRASIL, 1998).

Analisando alguns aspectos das ciências e das escolas, verifica-se a importância de que o ensino de ciências ocorra por meio do desenvolvimento de práticas epistêmicas para a abordagem de conceitos, leis, modelos e teorias científicas. Para que isso aconteça, é ressaltado importância do professor como promotor de interações discursivas que podem produzir engajamento entre os estudantes. É necessário enfatizar a necessidade de se eliminar a falsa crença de que uma aprendizagem descontextualizada de princípios e informações abstratos permite

que a maioria dos alunos aprenda sobre ciências naturais e tecnológicos ou a aplicar seus conhecimentos em contextos práticos.

### 1.3. O PAPEL DOCENTE-DISCENTE

Para se ter um bom entendimento, no caso específico da química, é fundamental que o estudante não só conheça, mas também domine, os principais princípios matemáticos, físicos e das ciências naturais, para deste modo possibilitar um aprofundamento nos conhecimentos científicos da área. Assim, se o discente vai acumulando deficiências em outras áreas, torna-se complicado para o professor de química ensinar concomitantemente todo o conteúdo de matemática, entre outras disciplinas, que o aluno deveria ter aprendido em série anteriores. Assim, se para os alunos as aulas se mostram muito abstratas, nas quais eles sequer vislumbram alguma relação com as suas realidades individuais e coletivas, para os professores as deficiências acumuladas ao longo do processo educacional trazem um paradigma difícil a ser rompido, como ensinar tanto em tão pouco tempo.

A formação do professor também contribui para esta situação. O problema não está apenas no domínio do conhecimento técnico da área de atuação, mas sim da metodologia pedagógica pela qual o conhecimento científico será apresentado aos alunos. É o que diz Paulo Porto, coordenador do História da Ciência e Ensino de Química (GHQ) e professor de química da Universidade de São Paulo (USP): “Para ensinar, você tem que saber como ensinar, não basta só conhecer o assunto” (PORTO, 2013). O que se deve buscar são as várias maneiras de criar e disseminar as melhores estratégias de ensino. Fato é que os sistemas educacionais com melhor desempenho tendem a dar mais prioridade à qualidade dos professores. Um programa de formação continuada para os professores seria uma maneira adequada para ajudar esta classe a melhorar sua prática de ensino.

Para sociólogo Philippe Perrenoud (2000), o professor precisa de capacitação, ou seja, ele precisa adquirir uma série de competências desde o início de sua formação, para se tornar um tradutor e mediador do conhecimento, adequando sua maneira de ensinar à diversas formas de aprendizagem dos alunos. Perrenoud (2000)

acredita que na educação não deve haver perdedores, o professor precisa dedicar mais energia e atenção aos alunos com mais dificuldade de aprendizagem. Esse autor também desenvolveu ideias e conceitos que tornam as salas de aula um espaço de formação, descritas através da pedagogia diferenciada e das novas competências para ensinar (PERRENOUD, 2000).

Nessa perspectiva, a aprendizagem escolar aconteceria de diferentes formas, para diferentes pessoas. Assim, não há como pensar na sala de aula contemporânea sem pensar naquilo que é diverso. Consequentemente indexar o aprendizado seria algo muito complexo, e talvez pouco prático. O professor deveria ser capaz de fazer uma avaliação autêntica e contextualizada para saber se o estudante realmente aprendeu. Por essa ótica, indicadores internacionais poderiam ser questionados, mas não seguiremos por esse viés, continuaremos a análise com uma discussão acerca de competências e habilidades na perspectiva discente-docente.

### **1.3.1. Sobre competências e habilidades discente-docente**

No que se refere ao âmbito educacional, o termo competência apresenta um enfoque de planejamento, ensino e avaliação dos conteúdos de aprendizagem, dando um novo sentido à formação do educando ou estudante, gerando capacidades que permitam a compreensão e solução de situações complexas, ao mesclar os aspectos cognitivos, procedimentais e atitudinais (IGLESIAS, 2009). Na Tabela 5 serão apresentadas algumas competências e ações discentes-docentes destinadas a melhorar a educação (PERRENOUD, 2000).

Os resultados do PISA 2015 indicam que estudantes que possuem letramento em ciências, estão preparados para a vida moderna e podem participar da sociedade de maneira ativa. Conforme apresentado na Tabela 5, as condições para que o aluno obtenha letramento são habilidades semelhantes com os desenvolvidos nos PCN's. As questões do Pisa envolvem temas do cotidiano que requerem do estudante a mobilização de conceitos e conhecimentos que atravessam as disciplinas, o que corresponde a interdisciplinaridade.

**Tabela 5:** Competências e ações docentes destinadas a melhorar a educação.

COMPETÊNCIAS	AÇÃO
<b>Organizar e dirigir situações de aprendizagem</b>	Planejar projetos didáticos, envolver os alunos nessas atividades e saber lidar com erros e obstáculos
<b>Administrar a progressão das aprendizagens</b>	Conhecer o nível e as possibilidades de desenvolvimento dos alunos, além de acompanhar sua evolução e estabelecer objetivos claros de aprendizagem
<b>Conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação</b>	Trabalhar com a heterogeneidade, oferecer acompanhamento adequado a alunos com grande dificuldade de aprendizagem e desenvolver o trabalho em equipe.
<b>Envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho</b>	Instigar o desejo da aprendizagem nos alunos, integrá-los nas decisões sobre as aulas e oferecer a eles atividades opcionais.
<b>Trabalhar em equipe</b>	Elaborar projetos em equipe com a turma e com outros professores, trocar experiências e colaborar com outras atividades promovidas pela escola.
<b>Participar da administração da escola</b>	Elaborar e disseminar projetos ligados à instituição, além de incentivar os alunos a também participarem dessas atividades.
<b>Utilizar as novas tecnologias</b>	Conhecer as potencialidades didáticas de diferentes recursos tecnológicos.
<b>Enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão</b>	Lutar contra preconceitos e discriminações, prevenir a violência e desenvolver o senso de responsabilidade.
<b>Administrar sua própria formação continuada</b>	Estabelecer um programa pessoal de formação continuada e participar de grupos de debate com colegas de profissão.

Não resta dúvida que todo licenciando deve ter domínio técnico-científico em sua área de atuação, contudo ele também precisa estar apto a exercer a docência. Karina Pagnez, Professora Doutora em Psicologia da Educação da USP, afirma que é essencial na formação docente que o processo de ensino e aprendizagem seja amplamente discutido. O licenciando, futuro professor, precisa ser capaz de refletir, construir e desconstruir práticas pedagógicas a partir das teorias que aprendeu, para então conseguir ensinar e, principalmente, aprender com seus alunos.



O docente também está sujeito ao processo, tendo um papel horizontal com os alunos, é mediador e promotor do conhecimento, auxiliam os alunos na construção de suas histórias. Freire afirma que: “Uns ensinam e ao fazê-lo aprendem. Outros aprendem e, ao fazê-lo, ensinam” (FREIRE, 1992). Assim, a função do professor não é apenas ensinar conteúdos mais também ensiná-los a pensar, despertar nos seus aprendizes a curiosidade.

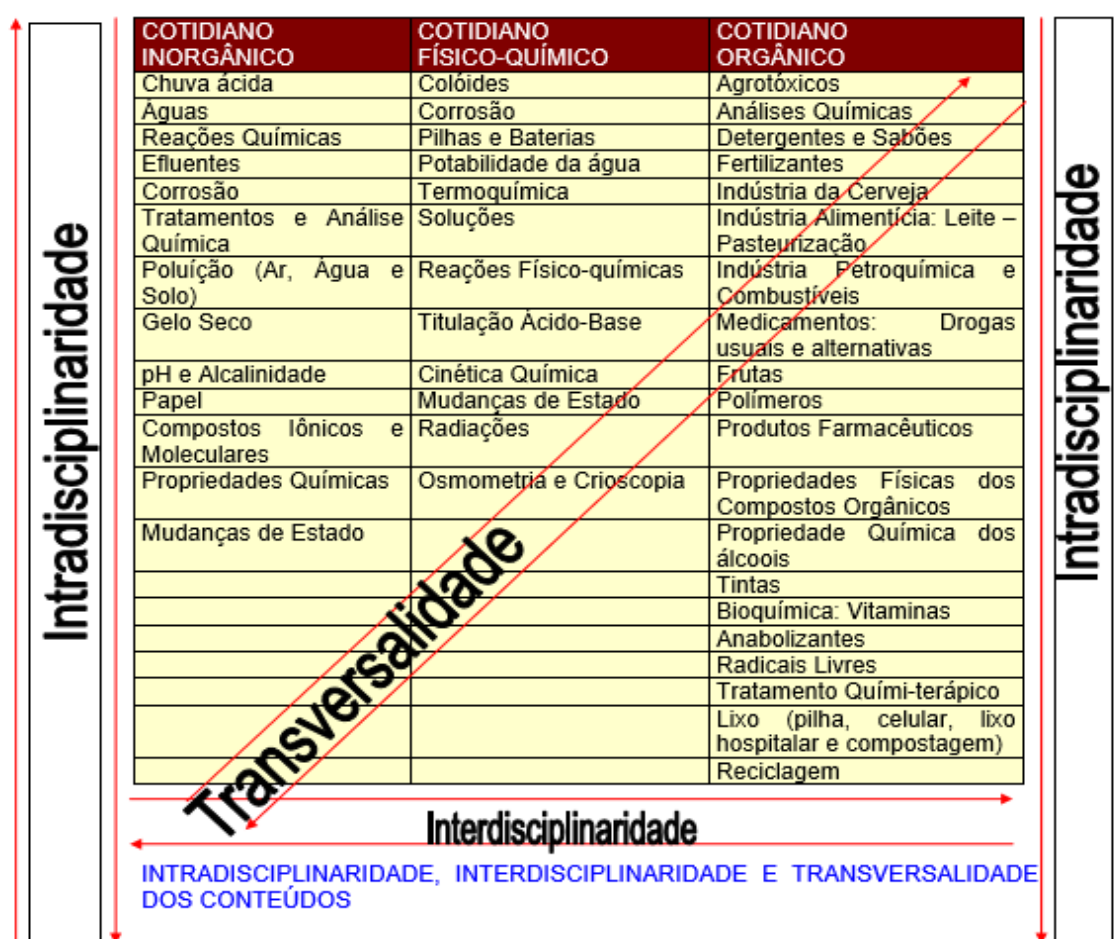
Assim, o modo como se deve trabalhar com os graduandos de licenciatura em química deve ser diferenciado. É necessário utilizar métodos de ensino-aprendizagem ao se ministrar os conteúdos de química ES, pois essa ação poderá consolidar e propagar o conhecimento discente-docente. Sendo assim o futuro docente precisa aprender a como organizar seu conhecimento. Ele deve não só ter a capacidade de desenvolver e fazer bem as tarefas, mas principalmente a de propor e criar novas soluções para as possíveis situações-problemas. Em suma, de avaliar o mundo de maneira crítica, ter conhecimentos dos seus deveres e direitos como cidadão.

#### 1.4. CALEDOSCÓPIO DE POSSIBILIDADES

Muitos fatores contribuem para o distanciamento, e o pavor do aluno, no que concerne o aprendizado de química, que enfatizam a ineficiência do sistema de ensino. Em primeiro lugar faz-se necessário combater o censo comum de que as ciências exatas - Química, Física e Matemática - são disciplinas difíceis. Além disso, existem também problemas sociais, políticos, econômicos e culturais, que precisam ser pontuados e incorporados.

Contudo, desenvolver a interdisciplinaridade não é algo trivial. É indicado que o professor comece trabalhando a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, fazendo disso o ponto de partida, para que o aluno comece a apropriação do conhecimento científico, conseguindo desta forma construir seu saber (PORTO, 2013).

A inter-transdisciplinariedade proporciona ao discente a capacidade de atuar em resoluções de situações problemas do cotidiano, com temas transversais que contextualizam, por exemplo, saúde, meio ambiente, cultura e ética. Freire, Silva Júnior e Silva (2011) destacam que no processo de ensino e aprendizagem o estudante deverá ser levado a mobilizar constantemente seu conhecimento, realizando uma inter-relação contínua entre teoria e aplicação prática. A Figura 3 exemplifica como se dão essas relações, no caso de conteúdos previstos para serem lecionados no ensino de química para o EM.



**Figura 3:** Quadro ilustrativo de como abordar conteúdos de química para o EM utilizando a inter-transdisciplinariedade.

Observe que a transversalidade proposta pela Figura 3 transpassa todos os tópicos, onde se evidencia a relação entre os assuntos. O tipo de ensino integrado de acordo com PCN pode promover o desenvolvimento da representação e comunicação; investigação e compreensão e; da contextualização sociocultural. O

ensino almejado para química contrapõe o sistema atualmente em vigor nas escolas, o qual prioriza a memorização de fórmulas, conceitos e teorias que não fazem parte da realidade dos alunos. Outra possibilidade de amenizar tal paradigma seria trabalhar as transversalidades proposta pelos PCNs a partir de atividades experimentais que estimulem o desenvolvimento investigativo do aluno.

Não se tratar apenas de realizar os experimentos em sala de aula ou em laboratório, é necessário fazer a investigação científica dos experimentos com os alunos, para que eles questionem o que está sendo observado e estabeleçam a correlação de causa e efeito visto nos procedimentos. Nessa perspectiva os trabalhos em grupo devem ser valorizados, pois os alunos terão a oportunidade de sugerir e criar hipóteses coletivamente.

As contribuições de autores como Latour e Woolgar (1997) e Knorr-Cetina (1999) que demonstraram em seu livro o papel do laboratório para a experimentação e para o estabelecimento de novas propostas de conhecimento no aprendizado de química. Para estes, a prática na sala de aula pode ser vista de vários ângulos e que o professor deve desenvolver a prática de interdisciplinar os conteúdos, tendo a prática de ler o cotidiano, o professor pode auxiliar os estudantes a praticar aulas experimentais, pois ao relacionar teoria e experimentos práticos ao dia a dia estudantil e de sua comunidade é um novo paradigma a ser considerado.

Além disso, o discente precisa ver o professor como um profissional que está disposto a auxiliá-lo na apropriação do conhecimento científico, isto significa que o docente não deve se conformar em apenas transmitir conteúdo do currículo mínimo. Afinal, fazer com que os alunos criem condições mentais para entender situações macroscópicas e até mesmo microscópicas é uma tarefa complexa. O aluno precisa entender que a ciência é feita de investigação, observação e análise.

Ou seja, para que realmente seja significativa a educação em química deve lidar com fronteiras não apenas de ciências humanas, como psicologia, história, filosofia e sociologia; mais também científica, de forma a contribuir para conectar as fronteiras da química clássica e moderna com questão do cotidiano, proporcionando

um aprendizado de química significativo, o que se caracteriza também como transversalidade. O desafio consiste no desenvolvimento de métodos dinâmicos que não priorizem apenas a memorização do conteúdo, mas que façam o estudante entender o que está sendo proposto e se interessem pelo o tema estudado.

Cabe a escola e o professor promover ao aluno a ideia de que este também pode contribuir para a ciência e para o progresso da sociedade e mostrar que a escola está disposta a auxiliar no seu desenvolvimento profissional. Para isso, o processo de ensino e aprendizagem devem propiciar o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social. Quando mobilizamos os conhecimentos, valores e atitudes, agindo de modo pertinente na resolução de situações problemas, temos o que chamamos de competência (PERRENOUD, 2000).

## 1.5. METODOLOGIA

A educação sempre foi o caminho para a formação e transformação da sociedade ou da comunidade. Para isso vislumbra no horizonte um ensino que contribua realmente na formação do cidadão ativo e consciente de seus deveres e de sua responsabilidade social, características e qualidade que estão enquadrados nas recomendações do PISA e dos PCNs. Afim de alcançar o letramento científico, se revela a necessidade de contextualizar o estudo das ciências naturais, buscando uma reflexão do papel do homem na sociedade e sua interação com a natureza. Devido a isso o presente trabalho busca estratégias de didáticas que potencialize o aprendizado do discente, bem como fornece ao professor ferramentas que o auxiliem na transmissão e tradução dos códigos/ conceitos da ciência.

Neste contexto os experimentos aparecem como a ferramenta base, onde outras estratégias são aplicadas a partir das associações com os experimentos. Pois a partir da metodologia científica incluem, em geral, um ciclo que se inicia por observações e medidas experimentais; estas conduzem à formulação de um modelo ou de uma teoria expressa em linguagem matemática, da qual se podem extrair

previsões sobre novos fenômenos que, se confirmadas, justificam a validade da teoria (MACDOWELL,1988).

Apesar de toda a disponibilidade e facilidade de acesso a informação, não é factível que todos irão alcançar o mesmo nível de conhecimento, é explícito que é necessário mudar a forma de como ensino vem sendo ministrado, o método de ensinar “depósito-bancário”, que prima por um ensino conservador e enciclopédico, em que o aluno receber as informações via professor como verdades absolutas, suprimindo assim a importância de mostrar a ciência como uma construção humana, evidenciando o seu caráter dinâmico, e deixar evidente que como uma construção do homem a ciência está sempre evoluindo.

De acordo com Moran (2000, p. 54):

“Há uma certa confusão entre informação e conhecimento. Temos muitos dados, muitas informações disponíveis. Na informação os dados estão organizados dentro de uma lógica, de um código, de uma estrutura determinada. Conhecer é integrar a informação no nosso referencial, no nosso paradigma, apropriando-a, tornando-a significativa para nós. O conhecimento não se passa, o conhecimento cria-se, constrói-se. Alguns alunos não aceitam facilmente essa mudança na forma de ensinar e de aprender. Estão acostumados a receber tudo pronto do professor, e esperam que ele continue ‘dando aula’, como sinônimo de ele falar e os alunos escutarem” (MORAN, 2000,p.54).

Visando o aprimoramento da prática, a pesquisa em questão está estruturada como segue:

- Introdução - São apresentado a motivação para o tema.

- No capítulo 1 - São discutidos de forma breve uma contextualização sobre os desafios da educação segundo indicadores de desempenho internacionais. Também serão discutidos alguns paradigmas e desafios do ensino de química, bem como o papel do professor, as competências e habilidades, na perspectiva discente-docente, e as possíveis abordagens; e a metodologia aplicada.

- No capítulo 2 – Neste capítulo é trabalhado o potencial de intertransversalidade da eletroquímica, com esse propósito - e para embasar

discussões futuras - serão apresentados, de forma bastante resumida, aspectos fundamentais sobre algumas teorias associadas a eletroquímica, de modo a possibilitar uma melhor compreensão dos processos que foram trabalhados nas aulas experimentais.

- No capítulo 3 – São colocados os referencias teóricos, um pouco de suas histórias e idéias centrais. Buscando dialogar com alguns referenciais teóricos, dentre os quais Dewey, Bachelard, Bloom, entre outros.

- No capítulo 4 – Discussão dos resultados das propostas de estratégias de ensino utilizadas, sendo estas:

(i) fazer uma contextualização histórica, principalmente no que tangencia o ensino de eletroquímica, no geral, e pilhas em específico. Propiciar um conhecimento sobre a construção das ciências através do conhecimento histórico narrador através dos pesquisadores ou cientistas. Tornar explícito a contribuição à cultura, o desenvolvimento científico propiciou importantes avanços tecnológico, que tiveram profundas consequências e repercussões sociais e também um grande impacto na relação do homem com o meio ambiente;

(ii) mapear as principais dificuldades atreladas a esse processo; utilizar os mapas conceituais para esboçar as inter-relações dos termos da eletroquímica, mas especificamente a teoria de oxidação-redução. Explicitar as teorias de oxidação-redução, os processos galvânicos (pilhas), corrosão e de eletrólise. Apresenta os resultados da utilização de mapas conceituais, associados a aulas experimentais sobre pilhas, segundo o olhar de uma formanda em química, frente ao empoderamento de sua prática docente.

(iii) buscar metodologias que possam ser utilizados em salas de aula, a fim de facilitar o processo de aprendizagem tanto para o aluno quanto para o professor, e;

(iv) apresentar algumas ferramentas capazes de enriquecer a aprendizagem desses sujeitos, entre os quais aulas experimentais e mapas conceituais.

- Considerações finais – São colocadas as dificuldades encontradas no desenvolvimento dos materiais didáticos, tanto a questão técnica quanto conceitual. Verificar os conteúdos ministrados no roteiro alcançaram o objetivo na tentativa de desenvolver competências e habilidades requerida pelo sistema de ensino

## CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo será trabalhado o potencial de intrertransversalidade da eletroquímica, com esse propósito - e para embasar discussões futuras - serão apresentados, de forma bastante resumida, aspectos fundamentais sobre algumas teorias associadas a eletroquímica, de modo a possibilitar uma melhor compreensão dos processos que foram trabalhados nas aulas experimentais.

### 2.1. A INTERTRASVERSALIDADE DA ELETROQUÍMICA

Os temas transversais são caracterizados por não pertencerem especificamente a uma disciplina, e por que permearem diferentes áreas do conhecimento. Alguns temas transversais são propostos pelos PCNs, desenvolvidos a partir do Plano Nacional de Educação (PNE), como uma alternativa para desenvolvimento de planos de aula docente. Esses temas buscam desenvolver no corpo discente determinadas habilidades e competências, discutidas no capítulo anterior. Os eixos temáticos propostos são questões presentes na vida cotidiana, e que relacionam domínios convencionais da ciência com questões da atualidade, se aproximando desta forma da realidade do aluno. Assim, a ideia é incorporar as temáticas transversais ao conteúdo específico das aulas ministradas.

A proposta de transversalidade ainda provoca alguns debates do ponto de vista conceitual, principalmente em relação a concepção de interdisciplinaridade. Os PCNs relatam que existe diferença entre as duas. Enquanto a transversalidade está envolvida com a dimensão didática, a interdisciplinaridade faz referência a uma abordagem epistemológica dos objetos de conhecimento. Entretanto, ambas pontuam a complexidade do real e a necessidade de se considerar a teia de relações entre os diferentes e contraditórios aspectos inerentes a vida. É responsabilidade do professor, avaliar a melhor estratégia, para que o aluno possa alcançar o desenvolvimento de habilidades e competências requeridas pelos PCN's. Mas qual é a relação do que foi discutido com a eletroquímica? Se é que existe alguma.



A eletroquímica mobiliza habilidades que vão além dos processos quantitativos e qualitativos trabalhados experimentalmente. Existe um grande número de exemplos no cotidiano, na natureza e no avanço tecnológico moderno. O aprendizado de eletroquímica, e de qualquer outra ciência, deve fazer com que aluno seja inspirado a novas descobertas a partir dos conceitos básicos já aceitos pela comunidade científica. De forma que o aluno possa entender razoavelmente as bases científicas atualmente aceitas, e depois independentemente dedicar algum tempo para se aprofunda sobre os assuntos que mais lhe interessem.

As reações redox estão entre as reações químicas mais importantes de nosso dia-a-dia, e estão presentes em grandes variedades de processos, como por exemplos, a ferrugem no ferro, a fabricação e ação de alvejantes, a respiração animal, entre outros. Elas ainda podem ser utilizadas para explicar outros fenômenos muito populares, tais como a mudança de coloração em lentes de óculos fotossensíveis, a formação de cárie dentária, fermentação, maresia, a combustão, a ação da vitamina C no organismo, o transporte em membranas biológicas, o funcionamento de airbags e do bafômetro, entre outros.

## 2.2. CONCEITOS GERAIS DE ENERGIA E ELETROQUÍMICA

Quando se investiga as transformações químicas quase sempre se observa a liberação e/ou absorção de energia. A energia pode ser definida como sendo a capacidade de realizar trabalho. Um objeto pode ter energia de dois modos no caso da força mecânica: como energia cinética e como energia potencial. Em que a energia cinética ( $E_c$ ) é associada ao movimento, e é matematicamente expressa pela metade da massa do corpo pela velocidade ao quadrado (Equação 1).

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (\text{Equação 1})$$

A energia potencial ( $E_p$ ), por sua vez, representa a energia que um corpo possui, em virtude da força atrativa ou repulsivas que ele experimenta diante de outros

corpos. Se não houver forças atrativas ou repulsivas, o corpo não possuirá energia potencial. Para representar matematicamente esse tipo de energia, é necessário descrever o sistema em estudo. Por exemplo, a energia potencial gravitacional de um objeto é dada pela Equação 2.

$$E_g = mgh \quad (\text{Equação 2})$$

Além das  $E_c$  e  $E_p$  descritas acima, a energia pode assumir muitas outras formas, são exemplos, calor, radiação (fótons), energia química, energia nuclear (massa), energia elétrica, entre outras. Essa última energia citada, a elétrica, é de interesse para o estudo de eletroquímica.

É conhecido que a matéria é composta por partículas eletricamente carregadas, e devido a isso é possível converter energia química em energia elétrica e vice-versa. A eletroquímica lida com potencial da célula, bem como a energia das reações químicas. A energia de um sistema químico promove a movimentação de cargas, e a força motriz da origem ao potencial de célula de um sistema, que é denominada como célula galvânica. A energia também está relacionada ao equilíbrio químico. Todas essas relações estão estruturadas no conceito da equação de Nernst, matematicamente descrita pela relação:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(ox)}{a(Red)}$$

Que será abordada na sessão 2.1.2 desse capítulo.

Em pilhas e baterias ocorrem transformações químicas que produzem energia elétrica. Uma pilha é um sistema eletroquímico espontâneo que produz energia elétrica através de reações químicas. Essas reações ocorrem por meio de processos de oxidação e redução, que são processos simultâneos, sendo assim a oxidação sempre é acompanhada de uma redução.

A definição dos conceitos de íons na definição de ligação iônica geralmente se confunde com as funções desempenhadas pelo catodo e anodo nas células

eletroquímicas. No anodo da pilha ocorre a oxidação da espécie com menor potencial de redução, há a perda de elétrons, o polo é negativo; enquanto no catodo há redução da espécie com maior potencial de redução (ou menor de oxidação), tem-se aquisição de elétrons, e o polo é positivo. Um átomo está em seu estado fundamental, em sua forma elementar, dizemos que este permanece neutro, isso indica que o número de prótons no núcleo é igual ao número de elétrons na eletrosfera e lhe é atribuído carga zero.

A ligação iônica, ocorre quando um ou mais elétrons são transferidos da camada de valência de um átomo para a camada de valência de outro. Ao átomo que perde elétron torna-se um íon positivo (cátion), enquanto que o átomo que ganha elétrons fica carregado negativamente (ânion). A ligação iônica ocorre entre íons de cargas oposta (BRADY,1992).

A eletroquímica também estuda as reações químicas que ocorrem mediante aplicação de uma tensão, são as células eletrolítica, que foram relatadas primeiramente por Michael Faraday, em 1834.

### **2.2.1. Oxidação e Redução**

A oxidação envolve a remoção de elétron da espécie, ou átomo, em questão. Esta espécie ao ser oxidada assume uma carga positiva, que indica que o número de prótons é maior que o número de elétrons. Quando há redução ocorre a aquisição de elétron pela espécie, esta espécie assume carga negativa o que indica que o número de elétrons é maior que o número de prótons no núcleo. Então uma reação redox envolve a transferência de elétrons de um átomo, íon, ou molécula para outro.

As reações de oxirredução envolvem a combinação de dois processos, sendo assim os processos não podem ocorrer independentemente um do outro, obrigatoriamente enquanto uma ou mais espécies são oxidadas outras estão sendo reduzidas. E se estes elétrons podem fluir através de um circuito elétrico externo, possibilitando medidas de corrente e de diferença de potencial elétrico.

Mas o que determina se uma espécie metálica será oxidada ou reduzida? A determinação do comportamento da espécie metálica, por exemplo, dependerá da reatividade do metal. O caráter metálico na realidade está associado a um conjunto de propriedades, pois um elemento será mais metálico quanto maior for a sua capacidade de perder elétrons. Essa reatividade está relacionada com eletronegatividade e energia de ionização, entre outras propriedades periódicas.

### 2.2.2. Equação de Nernst

Em uma reação redox, a energia libertada durante a movimentação das partículas carregada dá origem a uma diferença de potencial (DDP). A DDP máxima do sistema é denominada de força eletromotriz (FEM), que por sua vez é definida como o trabalho realizado quando uma carga  $q$  se move através de uma DDP. Esse conceito é matematicamente expresso pela Equação 3.

$$W = q \cdot E \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$E$  = a DDP ou tensão, em volts (V);

$q$  = carga elétrica, medida em Coulomb (C).

Sendo a carga,  $q$ , igual a:

$$q = nF \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

$n$  = ao número de mols de elétrons transferidos;

$F$  = constante de Faraday, cujo valor é  $9,649 \times 10^4$  C

A FEM, na definição de Levine (2012), é a diferença de potencial entre dois terminais quando a resistência da carga anexada ao terminal tende ao infinito e, desse modo, a corrente é zero. Então dessa forma a força eletromotriz é a DDP de circuito aberto entre os terminais. A força eletromotriz é determinada pela natureza dos reagentes e eletrólitos, e não está relacionado ao tamanho da célula, mas dependentes de propriedades intensivas, são elas: temperatura, pressão e concentração das espécies químicas.

A variação da energia de Gibbs,  $\Delta G$ , em um processo isotérmico a pressão constante, em que o trabalho extra do sistema é o trabalho elétrico, representa o trabalho elétrico máximo possível de ser efetuado pelo sistema sobre as suas vizinhanças (por isso o sinal negativo). Ou seja:

$$\Delta G = -W_{elétrico} = -q \cdot E$$

$$\Delta G = -q \cdot E \quad (\text{Equação 5})$$

A Equação 6 - obtida pela substituição da Equação 4 na Equação 5 - relaciona a variação da energia de Gibbs de uma reação química com a diferença de potencial elétrico, ou voltagem, que são produzidas pela reação.

$$\Delta G = -nFE \quad (\text{Equação 6})$$

Já a Equação 7 - equação geral de Nernst - correlaciona a energia de Gibbs e a FEM de um sistema eletroquímico, por exemplo, de uma célula galvânica. Essa equação possibilita calcular o potencial termodinâmico,  $E_{\text{termodinâmico}} = E$ , em volts, de um acoplamento redox em função de seu potencial padrão,  $E_{\text{padrão}} = E^0$ , e da concentração das espécies na solução (ATKINS, 2012).

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(\text{ox})}{a(\text{red})} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

$E^0$  = potencial-padrão de redução ( $a_{\text{ox}}=a_{\text{red}}=1$ )

$R$  = constante dos gases =  $8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} = 8,314 \text{ V.C.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

$T$  = temperatura absoluta em kelvin (K)

$n$  = número de elétrons na meia-reação

$F$  = constante de Faraday

$a_i$  = atividade da espécie ou a concentração da espécie

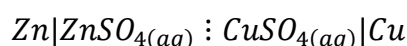
### 2.2.3. Corrente Elétrica

A corrente elétrica é um fluxo ordenado de partículas carregadas, e é gerada por uma diferença de potencial. A condução de corrente elétrica surge de duas formas diferentes: sendo através dos elétrons, condução observada nos metais e condução eletrolítica, dos íons. Os compostos iônicos conduzem a corrente elétrica quando fundidos, pois nessa situação os íons têm a mobilidade necessária para se dirigirem aos pólos para os quais são atraídos.

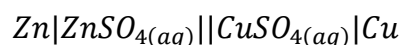
No caso dos metais a condução é simples, pois este constitui um retículo cristalino, composto de íons, através do qual os elétrons móveis circulam, formando uma nuvem eletrônica que se move ao acaso, de maneira desordenada (BRADY, 1992). A diferença de potencial entre dois pontos do metal produz um fluxo de elétrons por todo o metal.

### 2.2.4 Representação das células eletroquímicas

A célula galvânica é representada por um diagrama em que são empregadas as seguintes convenções, sendo, a linha vertical representando uma fronteira de fase. A fronteira de fases entre dois líquidos miscíveis é indicada por uma linha vertical tracejada ou pontilhada, como exemplificado na Figura 4. Na ponte salina é representada por duas linhas vertical paralelas, que indicam duas fronteiras entre fases separados por uma junção líquida (espécie de membrana porosa), como indicado na Figura 5. E no caso de duas espécies na mesma fase são separadas por uma vírgula.



**Figura 4:** Diagrama de célula com fronteiras de duas fases miscíveis.



**Figura 5:** Diagrama da célula de Daniel com ponte salina.

## 2.3. TIPOS DE CÉLULAS ELETROQUÍMICAS

### 2.3.1. Células Galvânicas

A célula galvânica, ou célula voltaica é um dispositivo que permite a conversão de energia química em energia elétrica, através de reação de oxidação-redução espontânea que ocorrem na interface solução-eletrodo. É um sistema eletroquímico de fases múltiplas em que a diferença de potencial nas interfases resulta em uma diferença de potencial líquida entre os terminais (LEVINE, 2012).

### 2.3.2. Pilha de Compartimento único

A pilha de compartimento único trata-se da adaptação do experimento da gota salina de Evans, criada em 1920, que comprovou a natureza eletroquímica da corrosão em meio aquoso. No experimento de Evans a medida em que o oxigênio dissolvido na gota vai sendo consumido, há a separação das colorações, formando a distribuição secundária. Esse comportamento está relacionado com a dissolução do oxigênio atmosférico na periferia da gota e, na presença de fenolftaleína, forma a região externa rósea (reação catódica) (Wolyneć, 2003; Wartha et al., 2006). O dispositivo adaptado permite avaliar de forma qualitativa o fenômeno da oxidação-redução, através do desenvolvimento de coloração. O adaptado gera uma baixa voltagem na faixa de milivolts, isso se deve a própria arquitetura do dispositivo.

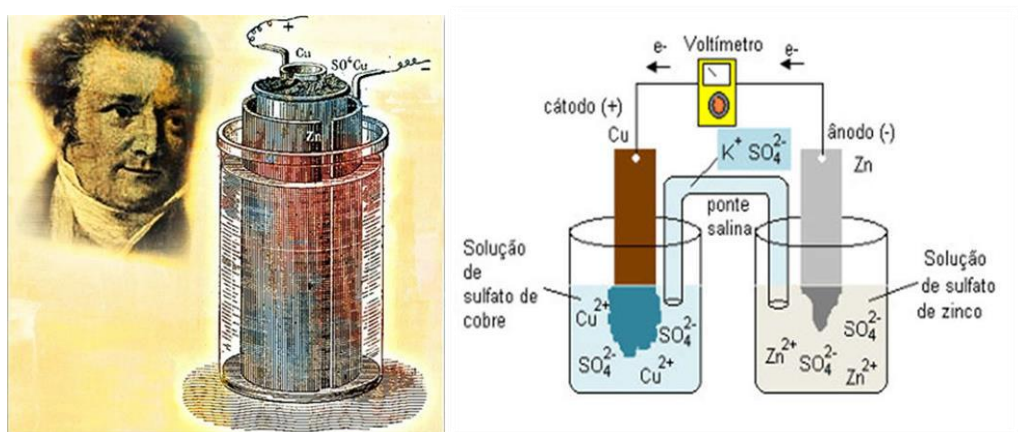
Nesta pilha, os eletrodos de metais diferentes estão imersos em um mesmo eletrólito, neste experimento é uma solução 0,5 mol/L de cloreto de sódio. A adição do indicador fenolftaleína e ferricianeto possibilita a análise qualitativa do sistema. Pois observa-se que ao fecha o circuito, além da tensão medida pelo voltímetro, ocorre o desenvolvimento da cor rosa próximo ao catodo, atraindo as hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) formada pela redução da água, deixando a região básica. O ferrocianeto identifica a presença de íons ferrosos em solução, onde se observa o desenvolvimento da cor azul prússia.

Essa célula pode gerar resultados conflitantes, por isso é de extrema importância a atenção na escolha dos metais, pois atualmente é difícil encontrar ferro puro, na avaliação da presença de ferro em solução pelo desenvolvimento da cor azul pode ser difícil de verificar ou simplesmente não ocorrer, na maioria das vezes temos ligas, o que poderia gerar uma diferença no ddp registrado pelo o voltímetro; o que também ocasionaria a mudança em que eletrodo se observaria os efeitos de oxidação e redução, pois as combinações de metais podem aumentar ou diminuir o potencial dos mesmos.



### 2.3.3 Célula de Daniell

As Figuras 5 e 6 são relativas ao dispositivo criado pelo químico e meteorologista inglês John Frederic Daniell (1790-1845). Conhecida como pilha de Daniell, seu se deve ao fato de que ela não utiliza soluções ácidas, o que era muito comum à época. Daniell utilizou em células distintas metais de cobre e zinco, cada qual imerso em uma solução salina de seu respectivo cátion (eletrólito), e conectou as meia-células com o uso de uma ponte salina (Figura 6). O dispositivo criado em 1836 - ilustrado a esquerda na Figura 6 - e o modelo utilizado em experimentos didáticos de aulas práticas - representado a direita na Figura 6 - são ilustrados a seguir:



**Figura 6:** Representações das pilhas de Daniell. Fonte: Google/ Palavra Chave: Pilha de Daniell imagens públicas.

O funcionamento da célula de Daniell é semelhante à de Alessandro Volta, pois possuem os mesmos eletrodos: cobre e zinco. A diferença é que na célula de Daniell os eletrodos estão em compartimentos separados, além disso ele utiliza uma ponte salina, responsável pelo fechamento do circuito e por manter o balanço de carga nas semi-células.

### 2.3.4. Célula de temperatura

Neste tipo de célula observamos a conversão de energia térmica ou solar em energia elétrica, a célula termogalvânica, ou termobateria, são dispositivo eletroquímicos termoconversores não isotérmico na qual dois eletrodos idênticos quimicamente ou não, são mantidos em temperaturas diferentes. Podem ser

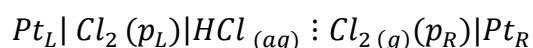
reversíveis e irreversíveis, sendo não necessário estar em equilíbrio eletroquímico. A diferença de temperatura nas semi-células cria diferença de potencial que pode ser utilizada para extrair corrente para um circuito externo. Segundo Marmitt (2011), através de reações de oxirredução sob condição de um dos eletrodos atuar como um reservatório de calor e o outro como sumidouro de calor. Quando a célula está no equilíbrio eletroquímico, então não há passagem de corrente (o circuito está aberto), os potenciais dos eletrodos são dados pela equação de Nernst. As equações para o cátodo ( $E_c$ ) e do ânodo ( $E_a$ ), quando não estão no seu estado padrão, são expressas pelas Equações 8 e 9:

$$E_c = E^0 + \frac{RT_c}{nF} \ln Q \quad (\text{Equação 8})$$

$$E_a = E^0 + \frac{RT_a}{nF} \ln Q \quad (\text{Equação 9})$$

### 2.3.5. Célula de Concentração

Nesse tipo de célula ocorre geração devido a diferença de concentração do eletrólito, quando os eletrodos na célula eletroquímica nas duas semi-células são constituídos do mesmo metal e do mesmo eletrólito, porém de concentração diferente em cada meia-célula terá uma FEM não nula e sua reação global será uma reação física não nula que leva a transferência de uma concentração para outra. A semi-célula com eletrólito mais concentrado se comporta como o catodo e a outra mais diluída como anodo. O que ocorre é que em meio mais diluído o potencial de oxidação aumenta. Um exemplo citado por Levine (2012), é uma célula composta de dois eletrodos com diferentes pressões de  $Cl_2$ . A Figura 7 ilustra o diagrama da célula eletroquímica de concentração de cloro.



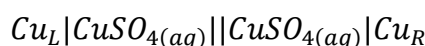
**Figura 7:** Diagrama de célula de concentração de cloro.

Em que  $p_L$  e  $p_R$  são respectivamente as pressões do  $Cl_2$  nos eletrodos esquerdo e direito. Para calcular o potencial termodinâmico utiliza-se a equação de Nernst.

Com as fugacidades sendo aproximadas pelos valores de pressões, chegamos a Equação 10.

$$E = -\frac{RT}{2F} \ln \frac{p_L}{p_R} \quad (\text{Equação 10})$$

Outro exemplo muito utilizado didaticamente – cujo diagrama da célula eletroquímica é apresentado na Figura 8 - é a célula de concentração utilizando o cobre como eletrodo nas duas semi-células.



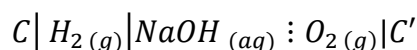
**Figura 8:** Diagrama da célula de concentração do cobre.

### 2.3.6. Bateria

Levine (2012) define bateria como uma célula galvânica única ou diversas células galvânicas conectadas em série. Um exemplo muito conhecido é a bateria de chumbo ácido usada em automotivos que pode conter de 3 a 6 células em série e tem uma FEM de 6 ou 12V. Este tipo de célula é reversível e é facilmente recarregada.

#### 2.3.6.1. Célula combustível

Uma célula combustível produz energia elétrica e térmica a partir das reações eletroquímicas do hidrogênio com o oxigênio sem que ocorra a combustão, aparecendo como uma alternativa para produzir energia limpa. Um exemplo de célula combustível de hidrogênio-oxigênio apresenta o diagrama ilustrado pela Figura 9.



**Figura 9:** Diagrama de célula combustível hidrogênio-oxigênio.

Um ótimo condutor a grafita porosa é utilizada como eletrodos. Os gases  $H_2$  e  $O_2$  são continuamente introduzidos nas células e se difundem nos poros dos eletrodos. A solução eletrolítica se difunde parcialmente nos poros (LEVINE, 2012).

## **CAPÍTULO 3: REFERENCIAIS TEÓRICOS EPISTEMOLÓGICOS**

Como parte deste estudo, pretende-se dialogar com alguns referenciais teóricos, dentre os quais Dewey, Bachelard, Bloom, entre outros. Para tal foi feita uma breve revisão teórica de suas ideias centrais.

### **3.1. ESCOLHA DOS REFERENCIAIS EPISTEMOLÓGICOS**

Para compreender a ciência que se quer ensinar, observa-se a necessidade de entender as estratégias de ensino, com base em pensadores da educação que propuseram metodologias que promovessem uma aprendizagem mais significativa e realista, por exemplo, utilizando as linhas de pensamento de Dewey, Bachelard, Bloom (taxonomia), Ausubel (mapas conceituais), entre outros.

Apesar destes cientistas da educação possuírem estratégias de ensino distintas, conjectura-se o ponto de vista dos mesmos sobre o papel da experimentação no ensino de química, como também em outras áreas de ensino, pois os mesmos afirmam que o ensino deve ser feito dentro de um contexto.

Diante do exposto, é importante propor e investigar o uso de metodologias que forneça suporte aos professores e auxiliem a instrumentalizar a formação de competências e habilidades nos estudantes. Ter conhecimento de técnicas de neurolinguística, por exemplo, que facilitarão ao docente transmitir as suas informações, saber quais são as formas possíveis pelos quais o indivíduo aprende, ou seja, como o homem constrói o seu conhecimento.

### **3.2. JOHN DEWEY**

Para o filósofo norte-americano John Dewey (1859 - 1952), o aprendizado se dá quando compartilhamos experiências, e isso só é possível em um ambiente democrático, em que não haveriam barreiras ao intercâmbio de pensamento. Dewey

afirmava que o indivíduo aprende mediante o enfrentamento de situações problemáticas, que surgem no curso das atividades que merecerem seu interesse. Para o filósofo, o pensamento constitui o instrumento destinado a resolver os problemas da experiência, e o conhecimento é a acumulação de sabedoria que foi gerada pela resolução desses problemas. Nessa perspectiva Dewey definiu educação como:

“[...] o processo de reconstrução e reorganização da experiência, pelo qual lhe percebemos mais agudamente o sentido, e com isso nos habilitamos a melhor dirigir o curso de nossas experiências futuras” (DEWEY, 1938)

De acordo com Dewey, a escola deveria proporcionar práticas conjuntas e promover situações de cooperação em vez de lidar com o aluno de forma isolada. O mesmo insistia na necessidade de estreitar a relação entre teoria e prática, pois acreditava que as hipóteses teóricas só tinham sentido no dia a dia. Seus trabalhos sobre educação tinham por finalidade, sobretudo, estudar as consequências que teria seu instrumentalismo para a pedagogia e comprovar sua validade mediante a experimentação.

Segundo Anísio Texeira - o principal responsável por trazer os ideais de Dewey para o Brasil - um dos grandes méritos da teoria de educação de Dewey foi o de restaurar o equilíbrio entre a educação tácita e não formal, recebida diretamente da vida, e a educação direta e expressa das escolas. Integrando assim a aprendizagem obtida através de um exercício específico a isto destinado (escola), com a aprendizagem diretamente absorvida nas experiências sociais (vida cotidiana) (WESTBROOK, 2010). Por outro lado, Westbrook (2010) aponta que a teoria do conhecimento de John Dewey destaca a necessidade de se comprovar o pensamento por meio da ação que se quer transformar em conhecimento.

### 3.3. GASTÓN BACHELARD

É evidente a importância de Gaston Bachelard (1884 – 1962) no desenvolvimento do espírito científico no meio acadêmico. A maioria dos filósofos da

época trabalha com enfoque quase total em física. Bachelard se distingue desses por trabalhar com questões epistemológicas tanto na física, quanto na matemática e, sobretudo na química. A pertinência de Bachelard para o campo do ensino de ciências é ainda maior, se considerarmos sua trajetória como professor. Sua passagem pela escola secundária fez dele um filósofo constantemente preocupado com o ensino.

Na composição do que a razão e a experimentação do homem constroem, o que seriam os obstáculos epistemológicos na aprendizagem da química pela visão de Bachelard? Para Bachelard a experiência, em seu constante diálogo com a razão, não tem a função de conferir o que já se tem como certo. Ao contrário, ela será sempre um risco, e deixará a razão em constante perspectiva de mudança, como mostra a citação:

“(...) a experiência que não retifica nenhum erro, que é monotonamente verdadeira, sem discussão, para que serve? A experiência científica é, portanto uma experiência que contradiz a experiência comum” (BACHELARD, 1996, p. 14).

Para Bachelard, a ciência da realidade, já não se contenta com o fenômeno, esta procura do porquê matemático, evidenciado na citação:

“(...) Para confirmar cientificamente a verdade, é preciso confrontá-la com vários e diferentes pontos de vista. Pensar uma experiência é, assim, mostrar a coerência de um pluralismo inicial” (BACHELARD, 1996, p. 15).

Ou seja, não cabe ao método impor normas dogmáticas, preestabelecidas, devendo essa ser constituído a cada nova descoberta.

Apesar de Bachelard afirmar que o novo conhecimento quase sempre, senão sempre vai de encontro ao conhecimento vigente ou pré-estabelecido. A busca por uma aprendizagem significativa, é atualmente um dos maiores paradigmas da educação, o entendimento dos processos cognitivos, monitoração e autorregulação do ato de aprender, vem sendo estudado com bastante afinco.

### 3.4. PHILIPPE PERRENOUD

As ideias de Perrenoud sobre a experiência científica enfocam as competências que são almeçadas para o ensino. Para Perrenoud, praticamente quase que a totalidade das ações humanas exige algum tipo de conhecimento, às vezes superficial, outras vezes aprofundado, mas sempre oriundo da experiência pessoal, do senso comum, da cultura partilhada em um círculo de especialistas ou da pesquisa tecnológica ou científica. Na perspectiva de Perrenoud, as competências são construídas em função de situações enfrentadas com maior frequência. Logo, o ensino deve preocupar-se com a abordagem dos conteúdos em situações cotidianas, realistas, preparando o indivíduo em um processo de aprendizagem para vida (PERRENOUD, 1996).

A teoria de flexibilidade cognitiva tem como principal ideia possibilitar a representação do conhecimento por múltiplas abordagens, facilitando assim a articulação do mesmo em várias situações. O foco desta teoria se enquadra nos conceitos de competências e habilidades de Perrenoud, fazendo que esta teoria seja muito importante para o desenvolvimento de estratégias didáticas. As contribuições desta teoria para o desenvolvimento de recursos e estratégias didáticas para os processos de ensino e de aprendizagem, em especial o ensino das ciências, podem ser vistas de maneira bastante positiva (REZENDE, 2002).

Segundo essa abordagem, as estruturas essenciais do processo educacional e a organização escolar vinculam-se em torno da importância da concepção do sujeito para resolver situações-problemas do cotidiano, que envolvem distintos graus de complexidade. São nessas situações que o aluno passará a exercitar habilidades e competências através dos conteúdos.

### 3.5. BENJAMIM BLOOM

Benjamim Bloom (1913-1999) - psicólogo e pedagogo norte americano - propôs como método de ensino-aprendizagem a taxonomias dos objetivos educacionais, em

que expõe explicitamente os objetivos de ajudar no planejamento, organização e controle do processo de ensino aprendizagem. Este estudioso e investigador do campo da educação liderou em 1948 uma pesquisa formada pela Associação Norte Americana de Psicologia (do inglês: *American Psychological Association*) para definir e criar a taxonomia dos objetivos dos processos educacionais (FERRAZ & BELHOT, 2006). Ele definiu o campo da taxonomia da educação em três áreas: a cognitiva (ligada ao saber), afetiva (ligada a sentimentos e postura) e psicomotor (ligadas as ações físicas).

Outro enfoque também importante é identificar que há diferenças nos níveis de profundidade e abstração de conhecimento de cada aluno, mesmo que esses sejam expostos aos mesmos recursos de ensino-aprendizagem (BLOOM, 1973). Bloom acreditava que todos os alunos eram capazes de atingir os objetivos educacionais, desde que sejam concedidos o tempo necessário e as condições de aprendizagem apropriadas e o professor deveria tentar antecipar todos os problemas e dificuldades.

De forma geral, a taxonomia se trata de um sistema de classificação, que busca catalogar o comportamento discente, para exemplificar os resultados do processo educacional almejados. Sob a perspectiva da psicologia, a compreensão das etapas do processo de aprendizagem é de extrema importância. Os conhecimentos dos conceitos abordados contribuem no planejamento das atividades em sala e também para avaliar o nível de aprendizagem dos alunos, bem como compreender os níveis cognitivos dos materiais didáticos utilizados nas atividades na escola.

Essa taxonomia está fortemente associada aos processos cognitivos. Os processos cognitivos é todo o processo pelo qual o conhecimento é adquirido ou construído na resolução de situações problemas. A taxonomia de Bloom foi dividida em seis categorias que visam o planejamento acadêmico, que foram: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.

Para Bloom existem inúmeras vantagens de se aplicar a técnica de taxonomia nos processos de aprendizagem, sendo duas delas, a de adquirir habilidades e competências para orientar os alunos, de forma que estes partem de conceitos mais



simples para posteriormente alcançar terminologias mais complexas, que são raciocínio e abstrações de alto nível e; avaliar os alunos em diferentes níveis de conhecimento, podendo assim desenvolver estratégias bases para orientar e capacitar seus alunos. Na taxonomia de Bloom discente só avança para um nível superior quando este adquire habilidades necessárias para alcançar o nível mais elevado. Segundo Belhot & Ferraz a taxonomia de Bloom permitiu a padronização da linguagem no meio acadêmico.

Benjamim Bloom chamava a atenção para as adaptações necessárias a realidade do aluno, o que requeria participação, reforço de aprendizagem, feedback imediato, prontas correções, diagnóstico de atividades e o acompanhamento das dificuldades de aprendizagem. Apesar de muito criticado, por ser considerados um modelo de aprendizagem repetitivo e apoiado na memorização de conceitos, e que estes não ensinam o aluno a aprender. Mas para outro, o modelo de Bloom acentua a aprendizagem relacionados aos níveis mais baixos – conhecimento, compreensão, aplicação – o modelo é eficiente no ensino de conceitos básicos, na transmissão de informações e na realização de tarefas de aplicação. Porém a eficácia é menor quando a causa de aprendizagem sugere análise, síntese e avaliação.

### 3.6. DAVID AUSUBEL

David Ausubel (1908 – 2008) - pesquisador norte americano e descendente de judeus - apesar de possuir formação em Medicina Psiquiátrica, dedicou parte de sua vida acadêmica à Psicologia Educacional. Revoltado contra os castigos e humilhações pelos quais passara na escola, afirmava que a educação era violenta e reacionária. Ausubel resolveu dedicar-se à educação, no intuito de buscar as melhorias necessárias ao verdadeiro aprendizado. Para ele, aprender significativamente consiste em ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental, e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Totalmente contra a aprendizagem puramente mecânica, Ausubel tornou-se um representante do cognitivismo, e propõe uma aprendizagem que tenha uma

estrutura cognitiva, de modo a intensificar a aprendizagem como um processo de armazenamento de informações que, ao agrupar-se no âmbito mental do indivíduo, possa ser manipulada e utilizada adequadamente no futuro, através da organização e integração dos conteúdos apreendidos significativamente (MOREIRA, 1999).

Em um trecho do seu livro Ausubel afirma:

"A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). [...] E O fator isolado 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 *et al.*, 1980).

Em suma, para Ausubel a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não são duas formas de conhecer antagônicas. Ambas fazem parte de um processo contínuo. Há ocasiões em que é preciso memorizar algumas informações que são armazenadas de forma aleatória, sem se relacionar com outras ideias existentes.

### 3.7. LEV VYGOTSKY

Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934) foi um dos primeiros investigadores no âmbito da psicologia cognitiva, a postular a relação direta entre a consciência dos próprios processos cognitivos e a capacidade de controlá-los. Moreira (2007), diz que Vygotsky enfatizava o processo histórico-social e o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo.

Para Vygotsky, a questão central do aprendizado era a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. O sujeito é interativo, pois adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio, a partir de um processo denominado mediação. Vygotsky destacou o valor da cultura e o contexto social, que acompanha o crescimento da criança, servindo de guia e ajudando no processo de aprendizagem. O psicólogo sempre considerou o

homem inserido na sociedade e que as características individuais e até mesmo suas atitudes estão saturadas de trocas com o coletivo.

Assim, o sucesso de qualquer estratégia de aprendizagem empregada depende de uma série de fatores que vão desde do empenho e da determinação do professor, passa pelo tempo disponível para execução das tarefas, da predisposição e perseverança dos alunos na realização das tarefas atribuídas entre outros aspectos. A maioria dos teóricos relatados enfatizam a importância da adequação dos conteúdos a serem ministrados ao contexto social em que o discente está inserido, principalmente nas abordagens iniciais, para que haja uma transição gradual dos conceitos a serem adquiridos e construídos nas estruturas cognitivas do aluno.

## CAPÍTULO 4: ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Nesse capítulo serão apresentadas a produção de material didático do trabalho. A primeira parte desse dará ênfase a importância da história da ciência na discussão do desenvolvimento da eletroquímica e seus ramos de atuação, bem como a história de seu surgimento. No segundo tópico, será discutido como as abordagens superficiais e profundas dos conteúdos de eletroquímica - expressas por mapas conceituais - influenciam diretamente o alcance dos objetivos de aprendizagem pretendidos pelos docentes, pois estão relacionadas ao comprometimento e envolvimento dos alunos com o próprio aprendizado. No terceiro será abordado o desenvolvimento dos roteiros dos experimentos. E no último serão apresentadas as opções dos recursos de mídia, que podem ser utilizados para o desenvolvimento de uma prática pedagógica mais robusta e significativa.

### 4.1. A IMPORTÂNCIA DO CONTEXTO HISTÓRICO NO ENSINO DE CIÊNCIA

No ensino de Físico-Química, especificamente eletroquímica, entendo que a incorporação da História e Filosofia da Ciência (HFC) pode ser considerada como uma estratégia em potencial que permite romper com obstáculos epistemológicos e didáticos, que de acordo com Matheus, que em seu trabalho busca a aproximação da história, filosofia e ensino de ciência, visa contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, contribui para a superação do 'mar da falta de significação' que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (MATHEWS, 1995). O uso da história da ciência no ensino de química tem sido recomendado em várias reformas educacionais. Pois de acordo com os Parâmetros curriculares Nacionais Ensino Médio – PCNEM, 1999.

“Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico... A História da Química como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos”.

É necessário levar em conta também que o que se ensina é igualmente um sistema de construção. As teorias, os princípios, os conceitos, são construções humanas e, portanto, sujeitos a mudanças, reconstrução e reorganização. A abordagem histórica no ensino de ciências pode ser usada para construção e reconstrução de conceitos, desenvolver uma visão crítica da ciência sobre seu caráter dinâmico, abrangência e limites éticos e morais. Também mostrar a relação entre a ciência e outras atividades humanas, como por exemplo, arte e filosofia. A reflexão que precisamos fazer sobre o trabalho do professor de química tem como objeto a possibilidade da química como um lugar de transmissão e aquisição de conhecimento através do estudo da epistemologia e história da ciência, são ações pedagógicas promissoras no ensino das ciências da natureza. É importante ressaltar a atuação desses atores, que fizeram com que esta ciência, eletroquímica, alcançasse os patamares que encontramos hoje.

Os resultados inerentes a essa parte do trabalho – intitulado NOS PASSOS DA ELETROQUÍMICA: Cientistas e Seus Legados - foi apresentado no VIII Congresso Scientiarum História, sobre (In)Certezas e (In)Compleudes nas Ciências, nas Humanidades e nas Artes, realizado na cidade do Rio de Janeiro, entre os dias 11 a 13 de novembro de 2015, nas dependências do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), encontra-se anexado ao final deste trabalho (Apêndice 1). Esse artigo teve por objetivo apresentar como a eletroquímica foi desenvolvida pela mente de cientistas que contribuíram de forma imensurável para o desenvolvimento e progresso de muitas ciências, entre elas a eletroquímica. No geral esse trabalho pontuou como a criatividade, o questionamento, a investigação, e porque não a curiosidade, dos seres humanos, os impulsionam a criar os mais diversificados tipos de aparatos, e como o histórico experimental ajuda na compreensão do progresso da eletroquímica enquanto ciência. Esse evento é organizado anualmente pelo Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), da UFRJ.

#### 4.2. O USO DE MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA

O mapa conceitual se apoia fortemente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que menciona que o ser humano organiza o seu conhecimento através de uma hierarquização dos conceitos. Segundo David Ausubel o ser humano constrói significados de maneira mais eficiente quando considera inicialmente a aprendizagem das questões mais gerais e inclusivas de um tema, ao invés de trabalhar inicialmente com as questões mais específicas desse assunto (TAVARES, 2007).

Apesar dos mapas conceituais se apoiarem na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, foi Novak que os desenvolveu em conjunto com Gowin. Novak refinou a teoria de Ausubel, pois além dos processos significativos, identificou que o ser humano pensa, sente e age; e afirmava que aspectos afetivos-relacionais influenciavam no aprendizado do aluno, em outras palavras a relação aluno-professor, aluno-aluno e aluno-instituição teriam influências significativas na construção e formação de um cidadão. A ciência possui uma linguagem muito particular, os profissionais que dominem estes códigos, e as relações de significado, podem transitar com maior facilidade do discurso cotidiano para o diálogo científico. Os mapas conceituais nos auxiliam a estruturar a sequência de conceitos a serem transmitidos e pode ser utilizado como instrumento de análise dos processos de ensino aprendizagem.

Os mapas conceituais aparecem nesse trabalho como forma de expor como os conceitos se relacionam e em que pilares estão apoiados, esta estratégia é uma excelente oportunidade para verificar se tanto os alunos como o professor possuem as habilidades pertinentes para ministrar ou abordar tais conceitos em alguma situação problema, levando a aplicação também da metodologia de aprendizagem baseado em resolução de problemas. Com a construção destes mapas permite a verificação dos conceitos chaves, bem como a identificação dos conceitos dos quais não compreende bem, fazendo o mesmo buscar em fontes, como por exemplos, livros ou artigos, que o auxiliaram a preencherem as lacunas sobre determinado assunto.

Assim, os mapas conceituais propostos nas Figuras 10 e 11 foram confeccionados com o intuito de se trabalhar com licenciandos de química. Enquanto o primeiro (Figura 10) apresenta uma visão geral, o segundo faz o zoom específico (Figura 11).



Figura 10: Mapa Conceitual de Eletroquímica para ser trabalhado no ES.

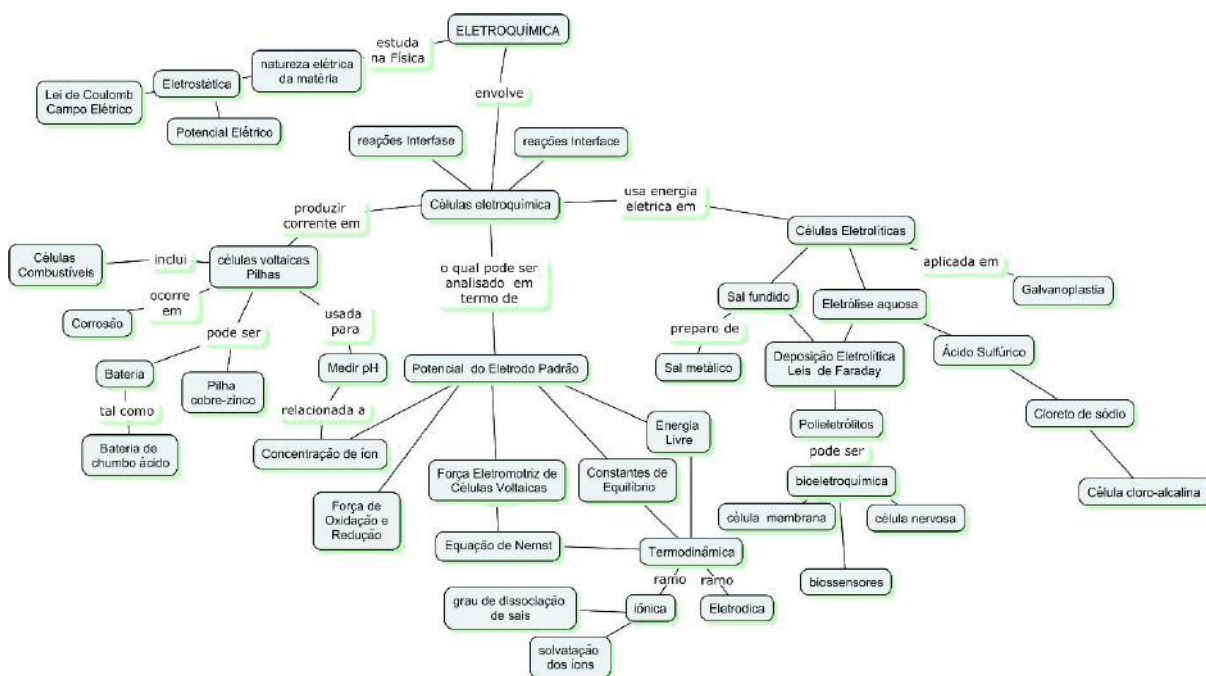
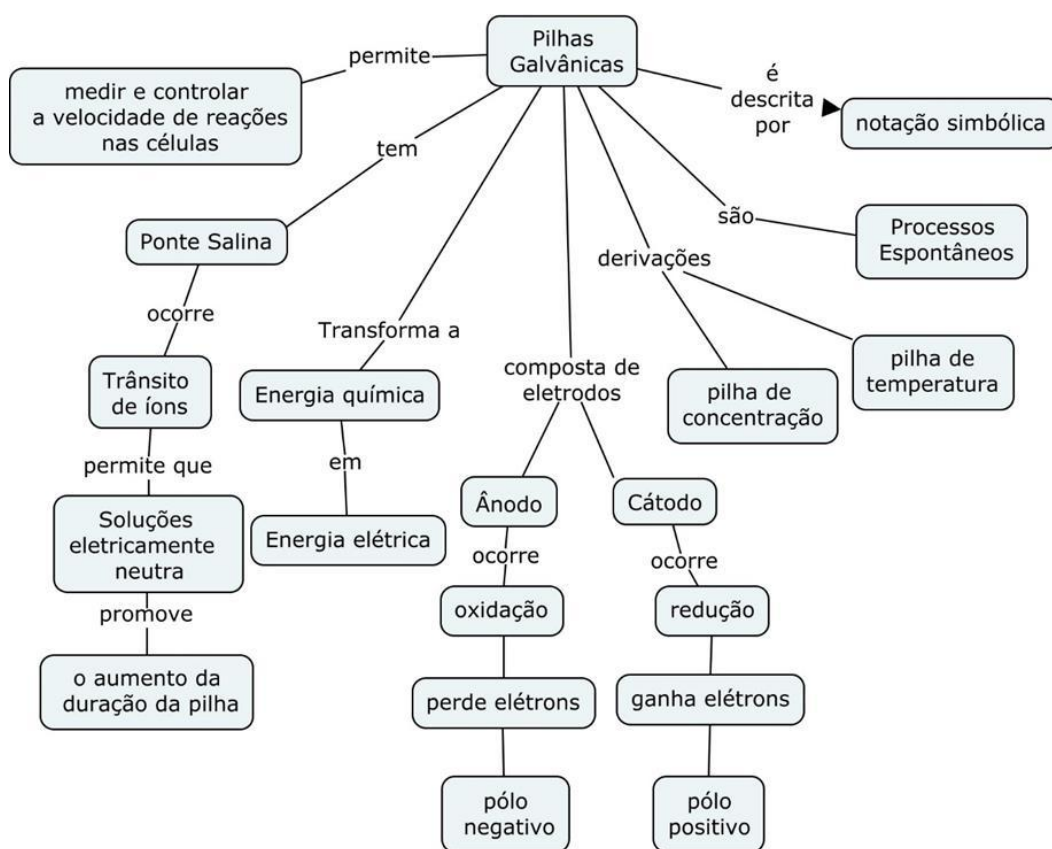


Figura 11: Uma possibilidade de Zoom do Mapa Conceitual proposto na figura 10.

Os mapas conceituais ajudam o aluno no processo de auto-regulação dos processos de aprendizagem, contudo não são autoexplicativos, eles precisam da

explicação de quem os construiu. Os especialistas da metacognição afirmam que não basta que o aluno se dê conta que não sabe bem determinado assunto, mas que este tenha ferramentas ou estratégias que o possibilite a adquirir, organização e utilizar o conhecimento ou nova informação nas mais diversificadas situações ou contextos que se apresente durante sua trajetória de vida.

De acordo com Ausubel, os conteúdos curriculares deveriam, inicialmente serem mapeados conceitualmente de forma a correlacionar as ideias mais gerais, mais inclusivas, os conceitos mais estruturais, as propostas chaves do que vai ser ensinado, e só então progressivamente diferenciá-los O que permitiria identificar o que é mais primordial e o que seria de segunda ordem no conteúdo curricular. O mapa conceitual apresentado na Figura 12 ilustra esse pensamento.



**Figura 12:** Mapa conceitual de tópicos de pilhas para se trabalhar com alunos do EM.



Os mapas conceituais proporcionam uma nova visão para a compreensão dos conteúdos, fazendo com que ocorra uma modificação substancial nas estratégias de ensino, abrindo espaço significativos para novas metodologias, novos recursos e, acima de tudo, desafios. Os mapas conceituais corroboram para um desenvolvimento sustentável do aprendiz, promovendo neste uma independência no ato de construção do conhecimento.

Os resultados inerentes a essa parte do trabalho foram apresentados no IX Congresso Scientiarum História, promovido pelo HCTE/UFRJ, realizado durante os dias 09 a 11 de novembro de 2016, em anexo no apêndice 2, no final deste trabalho.

#### 4.3. A CORROSÃO COMO FORMA DE TRABALHAR TEMAS TRANSVERSAIS

Uma típica reação de corrosão é definida como uma reação química na qual uma espécie é oxidada. Esse fenômeno dá origem a cárie dentária e é causado por ação bacteriana (tema transversal saúde bucal). Essas bactérias degradam a glicose e produzem ácidos que corroem a parte mineralizada do dente. A má higienização da boca faz com que as bactérias presentes no ambiente bucal se aderem ao dente, formando placas bacterianas.

Existem ainda o caso em que problemas estomacais levam ao abaixamento do pH, esse tipo de problemas faz com que o pH da boca fique mais ácido, levando as pessoas que utilizam aparelhos ortodônticos a levarem pequenos choques.

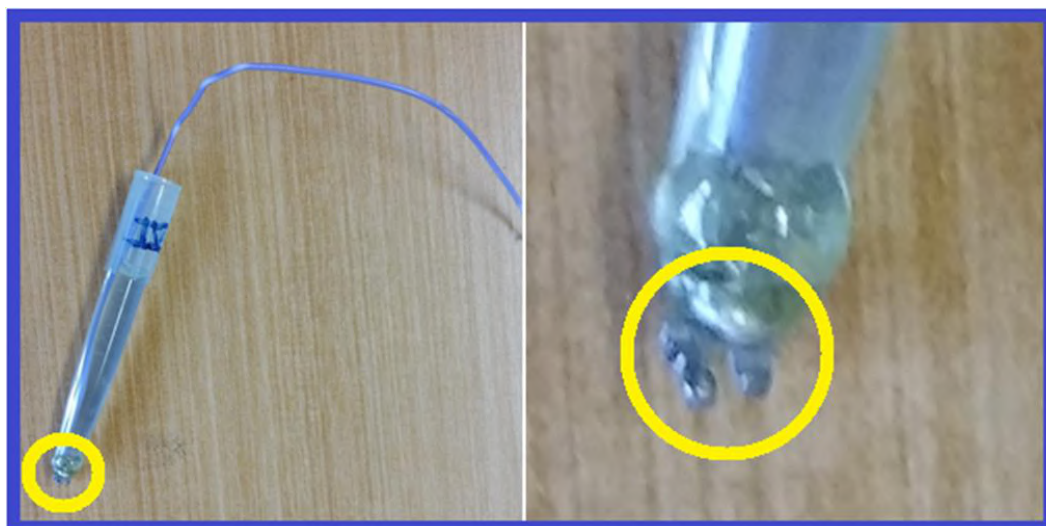
A corrosão de ligas metálicas no ambiente bucal pode deteriorar as propriedades mecânicas dos aparelhos ortodônticos, além disso, a própria mecânica ortodôntica pode potencializar processos de corrosão. Curvas de polarização anódica permitem investigar o processo corrosivo e quantificar a variação de corrente durante a polarização. Ocasionalmente ocorre a formação de pilha, em que há pontos de corrosão nas ligas metálicas ou em regiões de solda que promovam uma diferença de potencial, o que ocasionaria fluxo de elétrons que produziriam pequenos choques no paciente.

Na Figura 13 são apresentadas fotos dos bráquetes comerciais os quais se avaliou o efeito da corrosão, e que foram utilizados na confecção dos eletrodos estudados.



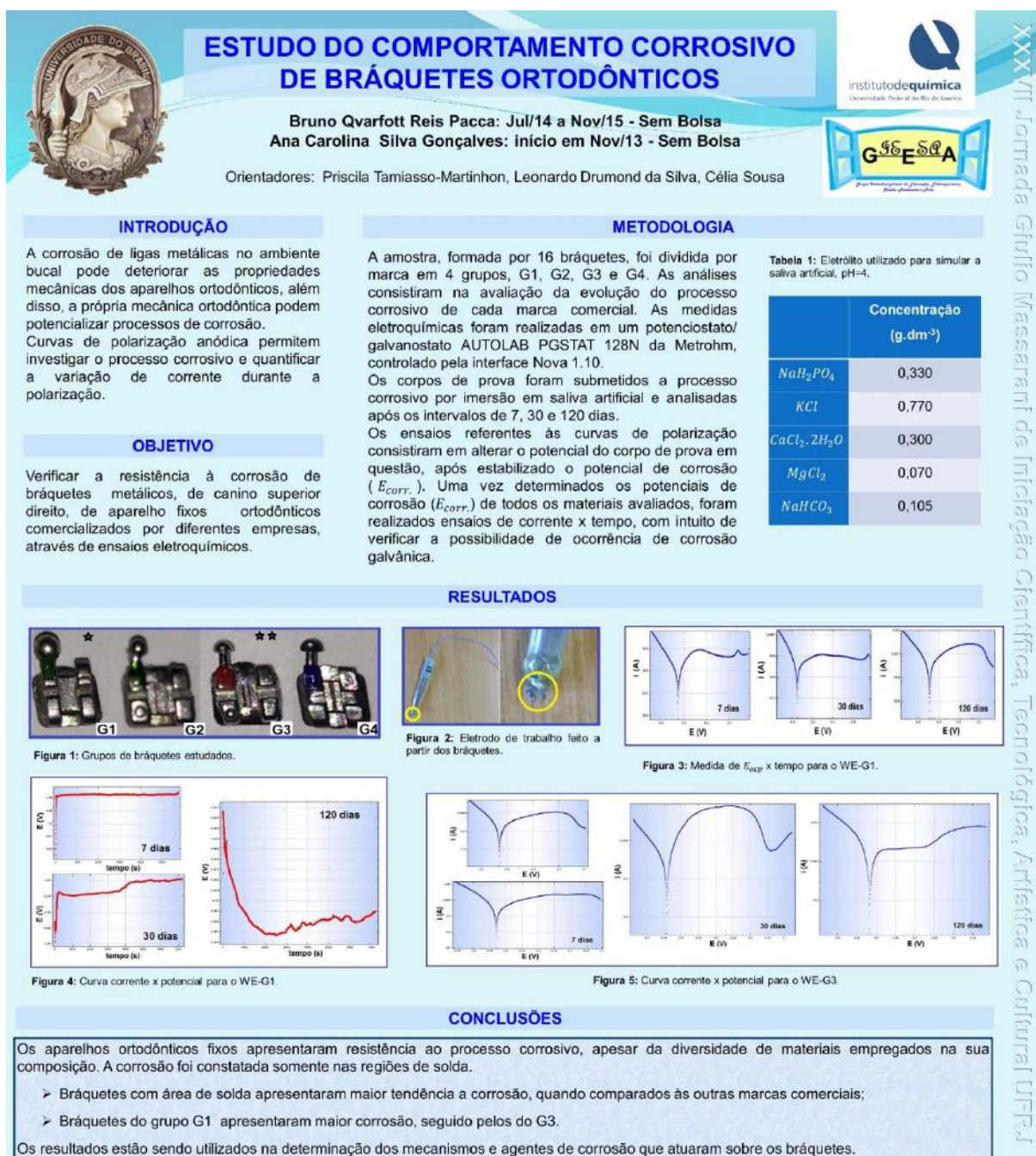
**Figura 13:** Foto dos bráquetes comerciais.

A Figura 14 mostra a foto de um eletrodo de trabalho confeccionado a partir dos bráquetes ortodônticos apresentados na Figura 13.



**Figura 14:** Eletrodo de trabalho feito a partir dos bráquetes ortodônticos.

Os resultados dessa pesquisa foram apresentados na XXXVII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural (JIC) da UFRJ, em 2015, cujo pôster é exibido na Figura 15.



**Figura 15:** Pôster sobre o estudo do comportamento de bráquetes ortodônticos.

A facilidade em se confeccionar esses corpos de prova faz dos mesmos uma boa possibilidade de eletrodos de trabalho para trabalhar tema transversal saúde.

#### 4.4. EXPERIMENTAÇÃO COM DESENVOLVIMENTO DE ROTEIROS

Os roteiros desenvolvidos buscam alcançar determinadas habilidades e competências nos discentes. As disciplinas citadas são de grande relevância para o tema aqui discutido, parte dos experimentos propostos foram realizados como atividades dessas disciplinas, em que foram realizados ajustes e considerações. Os roteiros do professor e dos alunos desenvolvidos foram anexados no final deste trabalho (Apêndices 3 e 4).

##### **4.4.1. Disciplinas que nortearam a confecção dos roteiros experimentais**

Dentre as disciplinas que nortearam a elaboração dos roteiros experimentais – confeccionados para serem trabalhados com os alunos do CIEP 199 Charles Chaplin, em Duque de Caxias - vale ressaltar: Instrumentação da Química no Cotidiano, Métodos Eletroquímicos e Avaliação de Material Didático. Nestas cadeiras foi proposto aos licenciandos o desenvolvimento de materiais didáticos pedagógicos, dentro do contexto do ensino de química.

###### 4.4.1.1. Instrumentação da Química no Cotidiano

Na disciplina de Instrumentação da química no cotidiano foi proposto ao aluno que este propusesse um plano de aula, foram sorteados tipos de aulas: experimentação participativa, experimentação expositiva, vídeos, textos, jogos, música, etc. O tipo de aula ministrada foi a de experimentação participativa, na qual foi trabalhado reatividade de metais.

###### 4.4.1.2. Métodos Eletroquímicos

Em Métodos Eletroquímicos, foi inicialmente proposto que os alunos fizessem uma pesquisa exploratória sobre seus assuntos de interesse, no contexto da eletroquímica. Inicialmente escolhi eletrodeposição, mas, por fim, decidi desenvolver o trabalho que posteriormente foi apresentado no VIII Scientiarum (Apêndice 1). O

trabalho experimental desenvolvido nessa disciplina foi o “Estudo do comportamento corrosivo de bráquetes ortodônticos”, apresentado na XXXVII JIC-UFRJ, em 2015.

#### 4.4.1.3. Avaliação de Materiais Didáticos

A proposta da disciplina de Avaliação de Materiais Didáticos, consistia no desenvolvimento de materiais didáticos para trabalhar conteúdos de química que poderiam ser: jogos, experimentos e vídeos. Neste trabalho fiz os experimentos da pilha de Daniell, pilha de concentração e pilha de temperatura.

#### 4.4.2. Questionamento sobre roteiros experimentais

O roteiro ensina conceitos ou familiariza os alunos com os mesmos? Essas questões foram levantadas pelo professor da disciplina de material didático, e que realmente nos faz refletir sobre o que buscamos quando desenvolvemos um material didático. Como educador essa pergunta deve existir? Quais valores quero agregar com esses experimentos?

Muitos questionamentos são necessários quando se desenvolve um roteiro, (i) se ele estimula a discussão entre os alunos, com a defesa de diferentes pontos de vista; (ii) se estimula o desenvolvimento das noções de método científico; (iii) as habilidades necessárias para o trabalho coletivo; (iv) se faz uso de raciocínio lógico ou de aspectos investigativos na ciência; (v) se estimula a pesquisa bibliográfica, etc.

#### 4.5. RECURSOS DE ENSINO NA MÍDIA

Neste novo panorama onde as habilidades e competências exigidas para o cidadão mudam constantemente, se evidencia um mundo onde disponibilidade de informação. É muito importante que o indivíduo aprenda a como organizar o conhecimento e tenha as ferramentas necessárias para adquirir conhecimentos novos, quer seja em sua área atuação ou em outra.

Entretanto, apesar da quantidade de informações disponíveis atualmente, e do seu fácil acesso, sua obtenção não garante necessariamente um processo de construção do conhecimento, ratificando com isto, a importância do papel da educação escolar em diferentes estudos (MORIN, 2004; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). De acordo com Rubens Alves, o papel da educação não é de ensinar coisa, porque as coisas já estão na internet, televisão e livros, mas sim de ensinar ao aluno a pensar, de estimular a curiosidade, demonstrar e criar no aprendiz a alegria do exercício de pensar. Para este grande educador a função do professor é provocar a inteligência.

Se a escola e o professor não estiverem cientes que a capacidade de fazer pesquisa deve ser ensinada, pois na maioria das vezes não é ensinada em casa. Pois torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento tecnológico e demais aspectos da sociedade, possua condições de avaliar e participar das decisões que venha atingir o meio onde vive.

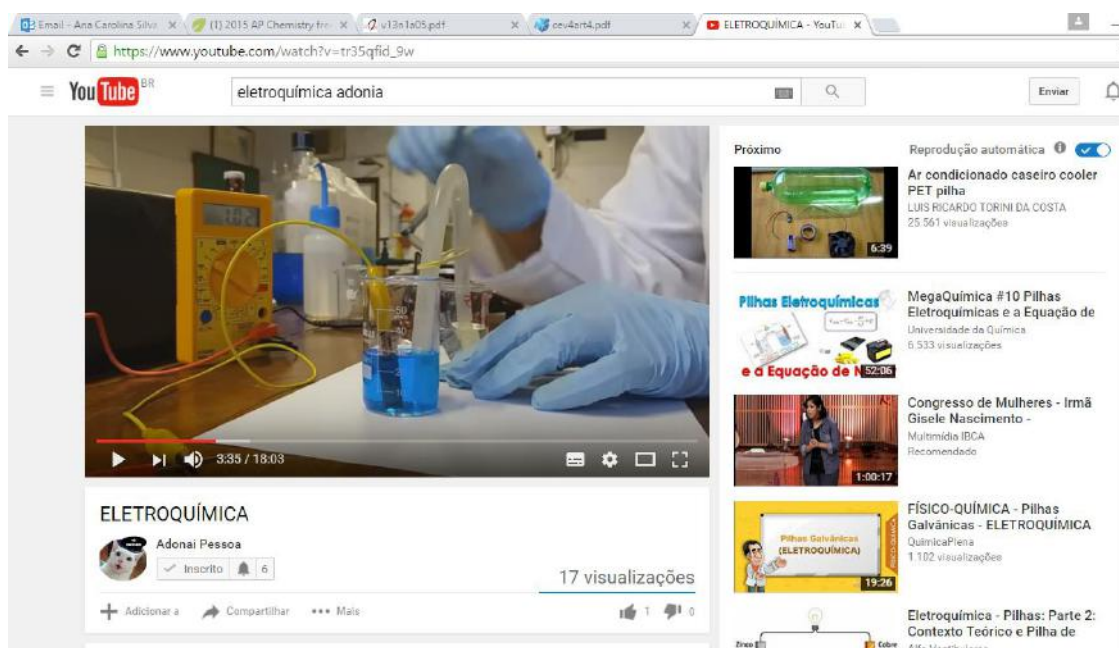
É necessário que o professor auxilie os alunos, ensinando os mesmos a se organizarem para realizar as tarefas demandadas, há necessidade de oferecer uma tecnologia de trabalho intelectual e inculca-lhes métodos racionais de trabalho, isto seria uma maneira de reduzir a desigualdades ligadas a herança cultural.

Segundo Pierre Bourdieu, se conhecemos as leis de reprodução, é que temos alguma chance de minimizar a ação reprodutora da instituição escolar. O tipo de informação tratada nas escolas para o aluno não é natural, principalmente se este vier

de classe mais pobre, existe uma lacuna entre o conhecimento prévio e as informações adquiridas na escola. Se este aluno não fizer um esforço enorme ou tiver ajuda por parte da escola, a chance de fracasso escolar são mais que previsíveis. O fato do aluno ter acesso a tecnologia não significa que este saiba como manipular de maneira adequada e conseguir informações realmente proveitosas e enriquecedoras para o seu crescimento pessoal e profissional.

As diferentes fontes de tecnologia estão modificando a forma de adquirir conhecimento, modificando assim a forma de aprender em sala de aula. O desenvolvimento de materiais educativos através da internet trouxe uma nova perspectiva no quesito formas de aprender, os vídeos e blogs de ensino se popularizaram fazendo da internet uma nova sala de aula, os mais conhecidos são: youtube, khanacademy, scielo e até mesmo o facebook.

Com base nisso foi produzido um vídeo dos experimentos descritos no roteiro, excetuando a pilha de compartimento único. Como mostra a figura abaixo, o vídeo que foi produzido, postado no youtube, visa agilizar o tempo de aula e também fornecer aos alunos material de consulta.



**Figura 16:** Foto do vídeo desenvolvido para auxiliar o material didático dos experimentos sobre a célula de Daniell, célula de concentração e célula de temperatura.

A escola tem que atuar de forma a não ratificar, vias de ensino uma origem social, mas fazer com que os alunos consigam ferramentas adequadas para desenvolver e crescer. O uso de recursos da mídia deve ser realizado com cuidado, sempre orientado pela instituição escolar. O advento da internet, trouxe uma série de possibilidades, o uso desta, como ferramenta de ensino é imprescindível, pois traz o aluno para um contexto mais amplo e enriquecedor. O professor deve ministrar trabalhos que façam uso deste recurso de forma a orientar os discentes na construção do conhecimento.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação é uma estratégia promissora para desenvolver nos alunos certas habilidades e competências, quando bem estruturada e contextualizada. A experimentação deve despertar nos alunos o caráter investigativo da ciência, capacidade de trabalhar no coletivo, desenvolvimento de relatório, a estruturação dos conceitos chaves através dos mapas conceituais e associações dos fenômenos observados no cotidiano. Como já discutido pelos olhares dos pesquisadores da educação, a experiência deve ser colocada como forma de investigação, observação e análise de forma a despertar no aluno o caráter questionador. O professor atua como mediador e orientador do processo de construção de saber.

Durante o desenvolvimento dos roteiros e da pesquisa de temas transversais, permitiu avaliar as dificuldades nas realizações dos experimentos, como por exemplo, a busca por materiais metálicos e reagentes que se enquadrassem no orçamento do professor ou da escola. Os cuidados a serem tomados na realização para que o experimento fosse bem sucedido, sendo alguns deles: o lixamento dos metais para remoção de possíveis óxidos; observação que apenas o eletrodo e a ponte salina deveriam estar em contato com eletrólito pois caso o fio condutor com crocodilo estivesse em contato com a solução o potencial lido seria diferente do esperado; testar o multímetro e conhecer seu funcionamento e; não deixar bolhas na ponte salina pois a presença diminuir a eficiência da pilha, como fazer o descarte dos reagentes e materiais utilizados, importância de dar um destino correto para os resíduos, para evitar a poluição dos rios e solo.

Sobre o professor, este tem um papel fundamental no desenvolvimento dos experimentos, este atua como mediador e orientador, ajudando no levantamento de hipóteses do que está sendo estudado, fazer com que o experimento não seja uma mera reprodução da teoria, mas que esse estimule a curiosidade e criatividade dos alunos. Torná-los capaz de correlacionar o que está sendo estudado com o cotidiano. É de extrema importância que por trás de cada experimento seja incutido alguns valores éticos, culturais, ambientais e de saúde. A responsabilidade de promover um ambiente dialógico é do professor, o docente deve além de construir os conceitos deve auxiliar os discentes como contextualizar dentre de possibilidades do cotidiano. O

filósofo e educador Mario Portella, afirma que o bom professor tem a humildade pedagógica, isto é, a capacidade de saber que o educador não sabe tudo o tempo todo e de todos os modos, e que ninguém o sabe, por isso é preciso juntar as competências para só então construir o que é necessário em direção ao futuro. De forma a evitar a estagnação, afim de dar continuidade ao processo de vitalidade que vem da capacidade de aprendizado contínuo de renovação, de abrir a mente e de ser capaz entre outras coisas de nunca se considerar completo e pronto, mas sempre à procura de algo, ou seja, em processo de construção.

O desenvolvimento de qualquer material didático deve ter adequação da linguagem escrita e falada às demandas sociais, tentar um melhor entendimento da ciência e tecnologia, suas aplicações apropriadas e consequências potenciais. O professor deve decidir quais experimentos serão melhores para seus alunos, conhecer o nível da turma, pois ao abordar assuntos de química, que é bastante amplo, e que ainda estão inseridos sobreposições de física e utilização de linguagem matemática. Sabemos hoje que o ensino médio é composto por várias faixas etária, a tentativa de roteiro deveria prever se o material desenvolvido seria igualmente adequado para os alunos de qualquer faixa etária, dentro de um mesmo nível de ensino. A familiaridade com as tecnologias recente pode ser uma dificuldade para os mais velhos.

Ainda cabe salientar a questão do capital cultural<sup>3</sup>, tão amplamente discutido por Pierre Félix Bourdieu, o sociólogo mais lido e citado em todo mundo, percebeu que o ensino não é transmitido da mesma forma para os alunos como a escola faz parecer. Segundo, Bourdieu alunos pertencentes a classes sociais mais favorecidas trazem uma herança de berço que ele identificou como capital cultural.

---

3. A cultura são valores e significados que orientam e dão personalidade ao grupo social. No caso do capital cultural é uma metáfora criada pelo sociólogo para explicar que em uma sociedade em classe se transforma em uma espécie de moeda, que as classes dominantes utilizam para acentuar as diferenças.

A cultura se transforma em instrumento de dominação, em que as classes dominantes impõem sua própria cultura as classes menos favorecidas (cultural arbitrário dominante). A escola contribuiu de maneira dissimulada para essa cultura dominante, com um sistema que favorece um aluno em detrimento de outros. Os menos favorecidos não conseguem dominar os códigos culturais que a escola valoriza, o aprendizado para esses alunos é mais difícil. Bourdieu entendia que dessa forma a escola marginaliza os alunos das classes populares, enquanto privilegia os alunos dotados de capital cultural. Devido a isso o discurso que a escola prega, não funciona na prática.

Não é que os alunos sejam incapazes, ou que não tenham cultura, mas que estes não têm a cultura que a escola demanda. A escola não cobra dos alunos só o que foi ensinado, esta cobra também outras habilidades que são fáceis para uns e complicados para outros, o que contribui para enfatizar as diferenças.

Este tipo processo faz com que os alunos de classes sociais mais pobres intendam que esta dificuldade é falta de inteligência. Pierre acreditava que haveria uma saída para toda essa violência simbólica exercida inconscientemente pela escola, bastava torna explícito todo o funcionamento deste lado da instituição. Em outras palavras a escola trabalha com a meritocracia. É uma idéia que está na base da disseminação das escolas do Brasil, faz parte dos pensamentos, como por exemplo, Anísio Texeira (1900-1971), que vai falar em democratização da escola, em que se oferece a escola para todo mundo não importando a origem social, se o indivíduo tiver condições e “mérito” ela vai ascender socialmente e vai alcançar altos patamares social.

Pesquisadores da educação como Bloom, Dewey entre outros citados, afirmavam que todos podem aprender, porém cada pessoa tem um tempo e método (ou maneira) de aprendizagem. Os teóricos e experimentalistas corroboram sobre a importância de explicar determinado assunto ou conceitos de maneiras mais diversas possíveis, para que desta forma o número de alcançados em sala seja o mais positivo possível, e de preferência cem por cento. As teorias de neurolinguística abordam sobre de qual forma o desenvolvimento cognitivo e percepção de cada indivíduo se

constrói, bem como a capacidade de aprendizagem de aprender, como se dão estes processos cognitivos.

O desenvolvimento de um material didático visa colaborar para o desenvolvimento de competências e habilidades previstas para constituir um cidadão consciente dos seus direitos e deveres. O fator motivacional é essencial pois para a construção do saber, é necessário que o aluno esteja inspirado. O fato de utilizar um contexto ao qual este já tem algum conhecimento possibilita a construção de forma lógica e racional. Pois sabemos que o aluno precisa de ferramentas que o possibilite a construção de seu saber, e que este esteja capacitado para a vida, para que possa atuar de forma pertinentes diante de situações e problemas que demandem a mobilização de tais recursos, que o indivíduo adquiriu nas instituições de ensino. É importante que o discente consiga utilizar o seu conhecimento, isto se trata de uma questão de sobrevivência tanto pessoal quanto profissional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Clayton Q.; DAVID, Jorge M.; DAVID, Juceni P.; BAHIA, Marcus V.; AGUIARIET Rosane M. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Cap.13

AUSUBEL, David Paul. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

ÁVILA, Vinícius da Costa; **Desenvolvimento de um Biossensor para Detecção de Glicose**. Porto Alegre, 2014. Trabalho Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

BACHELARD, Gáston. **A FORMAÇÃO DO ESPÍRITO CIENTÍFICO: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de JaneiroBr: Contraponto, 1996, 316p. Título original: La formation de l'esprit scientifique: contribution a une psychanalyse de la connaissance. Paris-Fr: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938.

BERLAND, Leema K., & HAMMER, David. Framing for Scientific Argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, 49(1), 68–94, 2012.

BOBBIO, Paulo A. BOBBIO, Florina Orsatti. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992. 151p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Adaptações Curriculares / Secretaria de Educação Fundamental. **Secretaria de Educação Especial**: MEC/SEF/SEESP. Brasília – 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologia/ Secretaria de Educação Básica – Brasília: **Ministério da Educação**,

**Secretaria de Educação**, 2006. 135p. (Orientação curriculares para o ensino médio; volume 2)

BRASIL /INEP. Relatório Nacional PISA 2012: Resultados Brasileiros. **Pisa**, 2012. <http://portal.inep.gov.br/pisa/sobre-o-pisa>. Acessado – 09/09/2016

BRASIL /INEP. Relatório Nacional PISA 2015: Resultados Brasileiros. **Pisa**, 2015. <http://portal.inep.gov.br/pisa/sobre-o-pisa>. Acessado – 10/12/2016

CAMEL, Neusa J. C.; PACCA, Jesuína J. L. As concepções da condução elétrica e o funcionamento da pilha. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. 2004, Minas Gerais.

COUTO, João Paulo Alves do; NICOLAU, Renata Amadei. Estudo do envelhecimento da derme e epiderme – Revisão bibliográfica. XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais**, 2007.

DONG, Liu; WEI, Zi; SYED, Sajjad; CHIAJEN, Hsu; YI, Shen; MINGSHENG, Wei; FUQIANG, Liu. Reversible Electron Storage in an All-Vanadium Photoelectrochemical Storage Cell: Synergy between Vanadium Redox and Hybrid Photocatalyst. Electrochemical Energy Laboratory, **Department of Materials Science and Engineering**, University of Texas at Arlington, United States, 2015.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: Revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010

FREIRE, Melquesedeque da S.; SILVA JÚNIOR, Geraldo A.; SILVA, Márcia G. L. **Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química**. Acta Scientiae. v. 13 n.1 p.106-120 jan./jun. Canoas – 2011.

GAMA, Victor Azambuja. **Os efeitos da qualidade da educação sobre a acumulação de capital humano e o crescimento econômico no Brasil**. 2014. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.

GUIDA, Wayne C.; RABER, Douglas J. The chemistry of color photography. **Journal Chem. Educ.**, 1975,52, 622-628.

HALLIWELL, Barry Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? **The Lancet**, Volume 344, Issue 8924, Pages 721-724,1994.

HALLIWELL, Barry; GUTTERIDGE, John MC; CROSS, Carroll E. Free radicals, antioxidants, and human disease: where are we now? **The Journal of laboratory and clinical medicine**, v. 119, n. 6, p. 598-620, 1992.

HENDERSHOT, Reed J.; LEBRECHT, Timothy D.; EASTERBROOK, Nancy C. Use Oxygem to improve Combustion and Oxidation. American Institute of Chemical Engineers (AIChE), 2010. **Reprinted with permission from Chemical Engineering Progress (CEP)**. July, 2010. <http://www.aiche.org/cep> Acessado em novembro de 2016.

HUMISTON, Gerard E; Brady, James. **Química Geral**, vol.1, 2ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 1992, cap. 3.

HUNDDLE, Penelope Ann; WHITE, Margaret Dawn; ROGERS, Fiona **Using a Teaching Model to Correct Know misconceptions in Electrochemistry**. Journal of Chemical Education. 77. 1. 104-110, 2000.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A Vida de Laboratório – A produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro, RJ: Relume-Dalmará, 1997.

LEHNINGER, Albert Lester; NELSON, David. L.; COX, Michael. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2006. Cap. 13.

LEVINE, Ira N. **Físico-química**; tradução e revisão técnica Edmilson Clemente da Silva, Oswaldo Esteves Barcia – Rio de Janeiro: LTC, 2012. Cap.13.

LONGINO, Helen Elizabeth. **Science as social knowledge: Values and objectivity in science inquiry**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990.

LONGINO, Helen Elizabeth. **The fate of knowledge**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico**. – 1ed. – São Paulo: Cortez, 2011. 448p.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. Série Debates - Ciência. 3ª. ed. 257p. Perspectiva, São Paulo - 1992.

MACDOWELL, Samuel. **Responsabilidade social dos cientistas: natureza das ciências exatas**. Estud. av., São Paulo, v. 2, n. 3, p. 67-76, Dec. 1988.

MARQUES, Fernando. **Gargalo na Sala de aula**. Educação científica. Revista FAPESP, 2012.

MASSUNAGA, Marcelo Shoey de Oliveira; RUBINI, Gustavo; BARROSO, Marta Feijó. O resultado do Brasil nos itens de ciências do PISA. **Reuniões da ABAVE**, n. 8, p. 503-504, 2015.

MATTHEWS, Michael R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, Florianópolis, p. 164-214, dez. 1995.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbete temas transversais. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - **Educabrazil**. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/temas-transversais/>>. Acesso em: 18 de out. 2016.

MORAN, José Manoel; MASETTO, Marcos Tarcísio; BEHRENS, Marilda Aparecida. **As novas tecnologias e a mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.



MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 128 p.

OZKAYA, Ali Riza. Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Chemical and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells. **Journal of Chemical Education**. v.79. n.6. p. 735-738, (2002).

OZKAYA, Ali Riza; UCE, Musa.; SAHIN, Musa. Prospective teachers' conceptual understanding of electrochemistry: galvanic and electrolytic cells. **University Chemistry Education**. v.7. p. 1-12, (2003).

PEREIRA, Gisele Adriana Maciel. O PISA como parâmetro de qualidade para as políticas educacionais no Brasil e na Espanha: pressupostos epistemológicos. 2016.

PEREIRA, Vinicius Rodrigues. **Ácido Ascórbico – características, mecanismos de atuação e aplicações na indústria**. 2008. 39f. Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas

PERRENOUD, Philippe. **As dez competências para ensinar**. Porto Alegre: Artesmédica, (2000).

PERRENOUD, Philippe. **Construir as Competências desde a Escola**. Trad. Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, (2009).

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, Apr. (2007).

RATIER, Rodrigo. **O caminho para a qualidade**. Revista Nova Escola. 20 ed., setembro 2008.

REZENDE, Flavia. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 1-18, mar. 2002.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: Um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 16(1), p.109-116, Universidade Católica Portuguesa, Coimbra, 2003.

SANTOS, Jurandir dos. **Educação profissional e práticas de avaliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010. 205p.

SANTOS, Verônica T. Concepções dos professores de química sobre Desenvolvimento de competências na escola. **UFRPE**, 2005.

SANTOS, Wildson L. P.; SCHNETZLER, Roseli P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3ª. ed. 144 p. Ijuí (RS): Unijuí – (2003).

SASSERON, Lúcia Helena; DUSCHL, Richard A. Ensino de Ciências e as Práticas Epistêmicas: O Papel do Professor e o Engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)** – V21(2), pp. 52-67,(2016).

SILVA, L. G. O conhecimento químico presente no curso de Licenciatura em Química e no Ensino Médio: um olhar para a Química Orgânica. **UFMG**, (2008).

SILVA, Shirley Martim da. **Concepções Alternativas de Calouros de Química sobre Conceitos Fundamentais da Química Geral**. (2008). Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e da Saúde, UFRGS, Porto Alegre, (2008).

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias de.; CARDOSO, Arnaldo Alves. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 51-56. São Paulo, (2008).

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciênc. cogn.**, Rio de Janeiro , v. 12, p. 72-85, (2007) .

TESSER, Gelson João. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. **Educ. rev.**, Curitiba, n. 10, p. 91-98, Dec. 1994.

TOMAZETTI, Elisete Medianeira. ANÍSIO TEIXEIRA: alguns apontamentos em comemoração ao centenário de seu nascimento. **Educação (UFSM)**, v. 25, n. 02, (2000).

ZAKRZEWSKI, Sônia Balvedi; SATO, Michele. Historiando a dimensão ambiental nos programas escolares gaúchos. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 109-132 (2007).

ZÔMPERO, Andréia DE FREITAS; FIGUEIREDO, Helenara Regina Sampaio; VIEIRA, Karen Mayara. Habilidades cognitivas e desempenho dos alunos em uma questão do Pisa.

ZORZAN, Adriana Loss. O conhecimento científico em Bachelard. **Revista de Ciências Humanas**. Frederico Westphalen/RS, p. 85-100 (2006).

WARTHA, Edson José; REIS, Marcio de Souza; SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. GUZZI FILHO, Neurivaldo José e JESUS, Raiuldo Mota de. A maresia no ensino de química. *Quím. Nova esc.* – São Paulo-SP, BR., São Paulo, n. 26, p. 17-20, 2006.

WOLYNEC, Stephan. Técnicas eletroquímicas em corrosão. São Paulo: Edusp, 2003.

WESTBROOK, Robert B.; TEXEIRA, Anísio. **John Dewey**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, (2010).

[www.ebc.com.br/educacao/2013/12/condicoes-de-vida-e-queda-de-defasagem-escolar-refletem-na-posicao-do-brasil-no](http://www.ebc.com.br/educacao/2013/12/condicoes-de-vida-e-queda-de-defasagem-escolar-refletem-na-posicao-do-brasil-no) - acessado em 17/01/2014

[www.usp.br/aun/exibir.php?id=5647](http://www.usp.br/aun/exibir.php?id=5647) – acessado em 17/01/2014

[www.youtube.com/watch?v=\\_qg7ip4aRwE](http://www.youtube.com/watch?v=_qg7ip4aRwE) – acessado 16/07/2014

<http://educarparacrescer.abril.com.br/aprendizagem/john-dewey-307892.shtml> - acessado em 13/06/2015

## APÊNDICE 1



GONÇALVES, Ana Carolina Silva; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; SOUSA, Célia. NOS PASSOS DA ELETROQUÍMICA: Cientistas & Seus Legados. *In*: CONGRESSO DE HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA, VIII., 2015. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

### NOS PASSOS DA ELETROQUÍMICA: Cientistas & Seus Legados

Ana Carolina Silva Gonçalves<sup>1</sup> (anacarolina\_2784@hotmail.com)

Priscila Tamiasso-Martinhon<sup>1</sup> (pris-martinhon@hotmail.com)

Célia Sousa<sup>1</sup> (sousa@iq.ufrj.br)

#### Resumo

Nesse trabalho a eletroquímica será contemplada através da conexão entre sujeitos, experimentos, fundamentos teóricos e aplicações, que consolidaram o desenvolvimento dessa ciência. Objetivando fomentar o pensamento crítico de discentes, a partir da transdisciplinaridade e de um viés contextualizador. Assim será traçada uma linha histórica dos principais cientistas fundadores dessa área e seus respectivos legados.

**Palavras chaves:** eletroquímica, cientistas, legados.

#### Introdução

Ao contemplar a natureza, o indivíduo é movido pela curiosidade de desvendar seus segredos, utilizando métodos experimentais engenhosos e criando seus inventos, buscando entendê-los em termos simples, por meio de leis e fenômenos bem diversos aparentemente.

Apesar de inúmeros sujeitos - singulares e/ou plurais - filósofos, cientistas, artistas, buscarem uma interpretação holística de mundo, tem sido recorrente a fragmentação entre filosofia, ciências e artes na história do pensamento moderno. Acentuando assim as distinções entre linguagens filosóficas, científicas e artísticas, levando a contornos de narrativas radicalmente distintas e consequentemente a um afunilamento cada vez maior do conhecimento (IANNI, 2004).

Tal fragmentação não deixa de ser um contrassenso, uma vez que o olhar filosófico se destaca como aspiração ao pensamento racional, lógico e sistemático da realidade natural e humana, da origem e das causas do mundo, suas transformações e comportamentos dos homens segundo seus valores morais.

#### Metodologia

As ciências exatas apresentam como características de metodologia: a observação do fenômeno e utilização do método experimental para medir grandezas que possam ser quantificadas; a formulação de hipótese, modelos, leis, teorias e princípios que interpretam os fenômenos naturais usando uma linguagem matemática precisa; as previsões a respeito de novos fenômenos.

Contudo, a tradição contextualista assevera que a história da ciência contribui para o seu ensino porque: motiva e atrai os alunos; humaniza a matéria; promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência; demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem à

<sup>1</sup> Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) - Departamento de Físico-Química – IQ - UFRJ.

ideologia cientificista; e, finalmente, a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente.

A eletroquímica tal qual conhecemos hoje, ou seja, o estudo das reações recíprocas entre a química e a eletricidade, tem marcos precisos, embora haja relatos arqueológicos, da existência de baterias primitivas usadas para galvanoplastia na Mesopotâmia 200 a.C. De fato, essa ciência foi fundada pela narrativa de vários interlocutores cujos trabalhos estão entre os pilares que levaram ao desenvolvimento da eletrodinâmica, que compreende a pilha voltaica, a eletrólise e a série eletroquímica (FURLAN *et al*, 2007).

Nessa perspectiva, a história da eletroquímica será narrada pelos olhos de alguns de seus fundadores.

### **Cientistas e seus legados**

Os fenômenos elétricos, principalmente os relâmpagos, vinham atraindo os interesses dos homens desde a antiguidade (TAVARES & SANTIAGO, 2002).

**Benjamin Franklin** fizera uma série de pesquisas para demonstrar que o relâmpago é um fenômeno elétrico. Ele afirmava que o raio e a faísca elétrica eram fenômenos do mesmo tipo, pois são instantâneos, produzem luz e sons semelhantes, são capazes de incendiar objetos e fundir metais, sempre atingem pontas afiadas e lugares altos, podem destruir ou inverter a polaridade de um ímã (PYENSON, 1998).

Em 1752, Franklin realizou sua famosa experiência com o “papagaio de papel”, recolhendo a descarga de um raio numa garrafa de Leyden e provando, por testes, que essa carga era da mesma natureza que as obtidas em uma máquina elétrica, formulando assim a primeira hipótese aceitável sobre a natureza da eletricidade.

Franklin admitiu que esta era constituída por um material imponderável, formado de partículas extremamente sutis. Com base nesta teoria, ele concluiu que se um corpo com carga positiva fosse colocado em contato com um corpo com carga negativa, o fluido escoava do corpo positivo para o negativo.

**Luigi Galvani**, professor de anatomia na Universidade de Bolonha (Itália), utilizava a eletricidade como aplicação terapêutica, fundando o que seria conhecido como “eletricidade médica”. Em 1786, Galvani trabalhava em uma rã dissecada, cujos membros estavam sobre sua bancada de laboratório. Quando ele encostou a ponta de um bisturi nos nervos internos da perna da rã, observou uma grande contração dos músculos da perna do animal morto. Inicialmente achou que a perna de rã só se contraiu devido ao fato da máquina eletrostática estar ligada e que o fenômeno de contração foi induzido pela descarga elétrica do equipamento.

Anos depois, Galvani observou que as faíscas elétricas produzidas pela atmosfera (raios) produziram o mesmo efeito observado nas rãs. Assim, retomando seus estudos, conectou as pernas de uma rã a um fio, cuja ponta fixou a um para-raios, durante uma tempestade. Ele comprovou que ocorreram contrações associadas a relâmpagos emitidos na tempestade. Galvani fez outros experimentos com a perna de rã e esses experimentos foram publicados em sua monografia que foi amplamente divulgada nos principais centros científicos da Europa na época, a esse fenômeno ele chamou de “eletricidade animal”.

De fato, os experimentos de Galvani não ajudaram somente a estabelecer as bases para o estudo biológico da neurofisiologia, mas também a uma mudança conceitual, reconhecendo os nervos como condutores elétricos, mais que meros tubos de água. O nome de Galvani também está associado a galvanização.

As experiências de Galvani foram bem aceitas pela comunidade científica, porém, o físico italiano Alessandro Volta opôs-se a suas ideias e negava a existência da “eletricidade animal”.

**Alessandro Giuseppe Antonio Anastacio Volta**, professor de filosofia natural na Universidade de Pavia, não acreditava que o tecido animal era necessário para geração de corrente, como sugerido por Galvani. Ele repetiu os experimentos de Galvani e observou que a rã na realidade atuava como um

eletroscópio biológico muito sensível. Volta passou a ver o animal mais como um sensor de eletricidade externa, do que uma fonte de eletricidade interna.

Volta propôs que a força do estímulo que movia o músculo não era uma “força vital”, mas provinha do par de metais diferentes (cobre e ferro), ou seja, uma “eletricidade metálica”. Volta estabeleceu uma “série eletroquímica”, no contexto de sua teoria dos dois metais diferentes necessários para gerar estímulo elétrico.

Galvani replicou afirmando que a contração também ocorria com peças de um mesmo metal.

**Alexander von Humboldt** mostrou em que pontos Galvani e Volta estavam certos e errados. Galvani estava correto ao atribuir a contração muscular a estímulos elétricos, mas errado ao propor uma “eletricidade animal”. Volta por sua vez estava certo ao rejeitar a “eletricidade animal” e errado ao acreditar que qualquer efeito eletrofísico requer dois metais diferentes para ser desencadeado.

**Jöns Jacob Berzelius**, propôs uma teoria elétrica para reações químicas de acordo com a qual os átomos formadores de cada elemento possuíam uma carga elétrica e polaridade definida. Para Berzelius, a combinação química consistia na atração dos corpúsculos de cargas opostas e na neutralização da eletricidade com liberação de calor entre os polos opostos. Berzelius também afirmou que os corpos podem se classificar em dois grupos, eletropositivos e eletronegativos de acordo com as cargas que adquirem por contato e o ordenamento, de acordo com as eletroafinidades, é a série eletroquímica. O ordenamento de Berzelius não difere muito do que se obtém com os valores atuais dos potenciais normais.

**Antoine-Cesar Becquerel**, em 1829, construiu uma célula de corrente constante, precursor da tão bem conhecida célula de Daniell. A célula ácida-alcalina de Becquerel gerava corrente durante uma hora. Os estudos de Becquerel em eletrodeposição de metal ajudaram a validar as Leis de Faraday de eletrólise. O desenvolvimento da tecnologia da célula solar foi realizada por Becquerel, que demonstrou em 1839 que a luz que incide sobre um eletrodo de platina ou prata, imerso em uma solução condutora, poderia produzir uma corrente elétrica, em outras palavras deu origem a célula fotovoltaica.

**John Frederic Daniell**, em 1836, desenvolveu uma bateria com dois fluidos, a qual era a primeira bateria que produzia uma corrente constante e viável durante um longo período de tempo. A inovação na célula de Daniell é que os eletrodos estão em compartimentos separados, e a utilização de ponte salina, que é responsável pelo fechamento do circuito. Daniell descobriu que a pilha seria mais eficiente se fossem usados dois eletrólitos ao invés de um só. Em 1820, Daniel inventou também o higrômetro de ponto de orvalho para a medição relativa de umidade.

**Michael Faraday**, considerado um dos grandes cientistas da história, foi um grande experimentalista, especialmente por causa de seu trabalho em eletricidade. Uma das críticas à teoria elétrica de Franklin, que afirmava que a carga não preenche um corpo, mas apenas se distribui por sua superfície exterior, foi confirmada por uma célebre experiência de Faraday (BALDINATO, 2009).

Colocando um eletroscópio dentro de uma gaiola metálica isolada, carregada ao ponto de produzir faíscas, verificou que o eletroscópio não se carregava. Isto porque a distribuição das cargas elétricas, que se acumulam apenas sobre a superfície externa dos condutores, cria, dentro da gaiola, um campo nulo.

Faraday inventou o dínamo, o precursor do gerador elétrico atual. O cientista trabalhou também com eletricidade estática, demonstrando que as cargas residem apenas no exterior de um condutor carregado, e que esta não tem influência em coisa alguma dentro do condutor, um efeito de blindagem, que utilizamos na gaiola de Faraday.

Faraday foi o primeiro cientista a iniciar pesquisas sobre o plasma, pesquisando a descarga elétrica através dos gases. O plasma emite luz sempre que entra em contato com os campos magnéticos ou com alguma excitação elétrica como acontece nas auroras polares e nas descargas atmosféricas da ionosfera.

**Sir William Robert Grove** é conhecido por inventar a primeira célula combustível em 1839. Também inventou a célula Grove de ácido nítrico, com o eletrodo de zinco em ácido sulfúrico diluído como anodo e o eletrodo de platina em ácido nítrico como catodo, separado por um recipiente poroso. Por causa disto, a célula de Grove conseguia produzir uma alta corrente de saída, esta célula tornou-se a favorita

com o início da indústria americana de telégrafo. Porém foi substituída pela célula de Daniell, por causa da emissão do óxido nítrico e também a incapacidade de gerar corrente com voltagem constante.

**Robert Wilhelm Eberhard Bunsen**, conduziu em 1841, estudos que o levaram a exploração de células combustíveis em grande escala, produziu o eletrodo de carbono e substituiu o eletrodo de platina da célula de Grove, que ficou conhecida como a bateria de Bunsen. Bunsen inventou um novo tipo de pilha, constituída de carbono fóssil e coque misturado com ácido clorídrico concentrado, ácido sulfúrico e zinco. Também simplificou esse projeto, obtendo uma corrente elétrica intensa, que lhe permitiu, por processos eletrolíticos, isolar o cromo, o manganês, o magnésio, o alumínio e outros metais.

**Gustav Robert Kirchoff**, foi um dos maiores físicos do século XIX, nasceu na Prússia, ficou conhecido por formular o que atualmente chamamos de Leis de Kirchoff. Quando ele anunciou as leis em 1845, ainda era estudante, apesar de ter finalizado o seu trabalho em 1854 quando ficaram conhecidas. As leis de Kirchoff ajudaram no cálculo de correntes, voltagens e resistências elétricas em malhas.

**Josiah Latimer Clark**, que dá nome a célula padrão de Clark, responsável por medir a força eletromotriz padrão, participou do movimento para unificação de padrões de medidas elétricas onde inseriu a noção de volt como unidade de voltagem. Em 1872, Clark inventou a primeira célula padrão com eletrodos de mercúrio e zinco amalgamado em uma solução saturado de sulfato de zinco.

**Gaston Platé**, físico francês, revolucionou o mundo com a invenção de força portátil, conhecida como a bateria de chumbo-ácido. O armazenamento da bateria de Platé usou placas como eletrodos e considerou a corrente limitada porque o eletrodo positivo tinha pouco material ativo.

**Camille Alphonse Faure**, em 1881, modificou o experimento de Platé, utilizando no lugar de placas sólidas de chumbo uma pasta de óxido de chumbo, a qual produziu uma rápida cinética e aumentou a eficiência.

**Georges Leclanché**, em 1866, patenteou a primeira célula com placa porosa contendo dióxido de manganês e carbono, como pólo positivo, e um de zinco, como pólo negativo. Os eletrodos foram imersos em um eletrólito de cloreto de amônio. A pilha úmida de Leclanché foi o precursor da pilha seca de zinco-carbono, tornou-se a primeira do mundo a ser usada amplamente como fonte de força primária.

**James Clerk Maxwell**, físico britânico, acreditava que a natureza elétrica era resultado da natureza do éter ou o meio pelo qual a corrente fluía.

**Hermann Von Helmholtz**, em 1881, baseando suas teorias nas leis de eletrólise de Faraday, argumentou que a existência de átomos implicava em partícula de natureza da eletricidade. No entanto, a prova da existência desta partícula, que atualmente é conhecida por elétrons, contradiz as teorias eletrodinâmicas de Helmholtz, baseadas nas supostas propriedades do éter. Décadas depois, Albert Einstein com sua geral e especial teoria da relatividade desfez o conceito do notável éter (SHUKLA, 2008).

**Heinrich Rudolf Hertz**, com a descoberta das ondas de rádio, ajudou a cimentar as teorias de Faraday, Maxwell e Helmholtz.

**Svante August Arrhenius**, químico suíço, ganhou o prêmio Nobel de química em 1903, por sugerir que a dissolução de eletrólitos em água resultava em vários graus de dissociação dos eletrólitos em íons. O grau de ionização não depende apenas da natureza do eletrólito mas também de sua concentração. Sua conclusão era que os eletrólitos em solução dissociavam-se em partículas carregadas eletricamente e que a soma das cargas positivas e negativas era igual, sendo a solução, portanto, eletricamente neutra. Essas partículas carregadas, denominadas ânions, quando negativas, e cátions, quando positivas, se formavam a partir das estruturas químicas das substâncias solubilizadas.

**Walther Hermann Nernst**, em 1888, desenvolveu a teoria de ligação de força eletromotiva em uma célula eletroquímica, onde a energia livre da reação química produzia corrente. Demonstrou que solventes com alta constante dielétrica promoviam a ionização das substâncias. Produziu também a teoria de produto de solubilidade.

Durante sua vida de cientista também desenvolveu a teoria osmótica para explicar e determinar o potencial dos eletrodos de uma pilha de concentração, e formulou a lei da distribuição de uma matéria

entre duas fases, inventou a chamada lâmpada de Nernst, idealizou um método para medição da constante dielétrica e demonstrou que solvente com alta constante dielétrica facilitava a ionização de substâncias, conhecida atualmente como equação de Nernst.

### **Considerações finais**

Além de sua contribuição à cultura, o desenvolvimento científico promoveu imensuráveis avanços tecnológicos, que produziram consequências e repercussões sociais e; também grande impacto na relação do homem com o meio ambiente.

Não é fácil unir duas áreas distintas: História da Química e Ensino de Química, mas consideramos que é oportuno e necessário a elaboração de sequências didáticas que possibilitem a compreensão de qualquer área da ciência como uma construção humana e que, portanto, seu desenvolvimento passa por diferentes narrativas.

Obviamente a evolução da eletroquímica não parou em Nernst, outros cientistas dos séculos XIX e XX também contribuíram para o avanço desta ciência.

### **Bibliografia**

BALDINATO, J.O. **A química segundo Michael Faraday: um caso de divulgação científica no século XIX**. USP, São Paulo, 2009.

FURLAN, P. Y.; KISTON, H.; ANDES, C.; Chemistry, Poetry and Artistic Illustration: An interdisciplinary Approach to Teaching and Promoting Chemistry. **Jornal of Chemical Education**, v.84, n.10 (2007).

IANNI, O. Variações sobre arte e ciência. **Tempo Social**, v.16, n.1, p.7-23 (2004).

PYENSON, L. Ética e ideologia na ciência de Nollet e Franklin. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v.5, n.1, p.7-34 (1998).

SHUKLA, A. K.; KUMAR, T.; Pillars of Modern Electrochemistry. **The Electrochemical Society Interface**, Fall (2008).

TAVARES, M.; SANTIAGO, M. A. M; Eletricidade Atmosférica e Fenômenos Correlatos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.4 (2002).



## APÊNDICE 2

### scientiarum historia IX

9º Congresso em História das Ciências  
e das Técnicas e Epistemologia  
09, 10 e 11 de novembro de 2016



GONÇALVES, Ana Carolina Silva; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; SOUSA, Célia. MAPAS CONCEITUAIS: A aprendizagem significativa no ensino de eletroquímica. In: CONGRESSO DE HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA, IX., 2016. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

## MAPAS CONCEITUAIS: A aprendizagem significativa no ensino de eletroquímica

Ana Carolina Silva Gonçalves (anacarolina\_2784@hotmail.com)

Adonai Ramos Pessoa (adonaiabdul@gmail.com)

Priscila Tamiasso-Martinhon (pris-martinhon@hotmail.com)

Célia Sousa (sousa@iq.ufrj.br)

### Resumo

Entre os grandes desafios pedagógicos está o de se entender a razão pela qual alguns discentes não compreendem o que está sendo ministrado durante as aulas. Nessa perspectiva, mapas conceituais podem atuar como ferramentas úteis no processo de aprendizagem significativa, tanto para o ensino da disciplina em si, quanto para o diagnóstico de possíveis ruídos no discurso docente. Assim, o presente trabalho, cujo eixo temático envolve conceitos fundamentais de eletroquímica, apresenta os resultados da utilização de mapas conceituais, associados a aulas experimentais sobre pilhas, segundo o olhar de uma formanda em química, frente ao empoderamento de sua prática docente.

**Palavras-chave:** Aprendizagem-significativa, Mapas, Eletroquímica.

### Introdução

A aprendizagem pode ser entendida como um processo contínuo, que proporciona mudanças adaptativas no comportamento em decorrência, por exemplo, das experiências vividas. Ela também pode englobar a capacidade de se desenhar mapas cognitivos, experiências de referência capazes de contextualizar o entorno, de tal forma que tanto os mapas, quanto as experiências, sejam ativados quando necessário, com vistas a obtenção de metas previamente estabelecidas, e contextualizadas com a realidade em que se está inserido.

Mas afinal, o que caracteriza um bom aluno? Segundo alguns pesquisadores em educação, para responder essa pergunta é preciso entender como se organizam os processos individuais e coletivos de aprendizagem (FLAVELL & WELLMAN, 1977 *apud* RIBEIRO, 2003). Nessa perspectiva, os bons alunos podem geralmente estar mais aptos a utilizar estratégias neurofuncionais durante a aquisição e organização de seu conhecimento, bem como na regulação do seu progresso cognitivo.

Estudantes eficientes na execução de tarefas acadêmicas demonstram compreender a finalidade da tarefa, planejar a sua realização, aplicar e alterar conscientemente estratégias de estudo e avaliar seu conhecimento e seu processo de execução, o que podemos identificar como sendo uma competência metacognitiva.

Seguindo essa filosofia, pessoas bem-sucedidas possuem coragem, resiliência e disciplina em apurar comportamentos e atitudes, com a finalidade de alcançar um dado objetivo. O indivíduo que tem a capacidade de reconhecer que não sabe bem alguma coisa, pode ser caracterizado por possuir uma habilidade metacognitiva, pois quem conhece suas dificuldades em determinado assunto pode

desenvolver estratégias para vencer o obstáculo ou dificuldade. Segundo Brown (1978), indivíduos conscientes de não compreenderem algo, apresentam uma habilidade que parece distingui-los dos maus leitores.

A aprendizagem é motivada por um interesse, uma necessidade de saber. Mas o que determina esse interesse, essa necessidade? Não é possível elaborar uma única resposta a essa questão. No entanto, um bom caminho a seguir é compreender que além dos aspectos cognitivos, a aprendizagem envolve aspectos afetivo-relacionais. Junto a isso, construiu-se o consenso de que não se deve avaliar somente o aluno, mas também a atuação do professor, o planejamento de atividades e também sua aplicação. No entanto, muitas questões ainda se encontram sem respostas e se configuram como desafios aos envolvidos com o tema (COLL, 1996).

De acordo com Instituto de Neurolinguística Aplicada (INAp), a aprendizagem de como aprender envolve a aquisição de um conjunto de estratégias e aptidões que corroboram com esse processo em diferentes contextos, visando acelerá-lo e melhorar sua eficácia. A adoção dessas técnicas de aprendizagem facilita a transferência de habilidades do contexto onde foram aprendidas, para outras situações da vida pessoal de cada um. Para tanto, dois fatores são fundamentais: (i) estabelecer metas, isto é, adquirir a capacidade de criar metas de aprendizagem viáveis no contexto em que se está inserido, de modo que essas sejam motivantes o suficiente para a manutenção do interesse dos envolvidos; (ii) metacognição, ou seja, a capacidade de observar, de tornar-se consciente dos seus próprios processos de pensamento enquanto aprende, ou participa, de uma atividade ou tarefa.

Os pesquisadores da área da metacognição têm por objetivo o desenvolvimento de estratégias que permitam ao indivíduo promover os processos de aquisição, organização e utilização de seu conhecimento, o que no âmbito docente contribui para a melhor abordagem dos temas a serem ministrados e discutidos. Segundo Ribeiro (2003), ocorrem duas formas essenciais de entendimento da metacognição: o conhecimento sobre o conhecimento, que diz respeito à tomada de consciência dos processos e das competências necessárias para a realização da tarefa; e o controle ou auto regulação, que consiste na capacidade para avaliar a execução de tarefas e fazer correções se necessárias.

Com isso percebe-se que a metacognição exerce influência em áreas fundamentais de aprendizagem escolar, tais como, na comunicação e compreensão oral e escrita, e na resolução de problemas, sendo um elemento chave no processo de aprendizagem. Mas como alguém, aluno ou mesmo o professor, pode garantir que sabe como aprender? Em última análise esse processo envolve um autoconhecimento de ambas as partes. De fato, no exercício de sua profissão, o professor deve adquirir a percepção de que uma etapa importante nesse processo de comunicação não é simplesmente aquilo que ele falou, mas provavelmente “o que” e “o quanto” seu interlocutor, no caso o discente, entendeu. De fato, na perspectiva docente, quando um professor apresenta uma nova matéria ou habilidades aos seus alunos, é necessário que ele se certifique se seus discentes sabem como aprendê-las de uma forma eficaz.

Existem inúmeros caminhos possíveis, um deles é considerar que o que se aprende deve ter uma utilidade prática para a vida. Assim, um índice que deve ser levantado nas atividades avaliativas é em que grau o aluno pode utilizar o que aprendeu, o que por sua vez envolve a construção significativa de saberes (COLL, 1996).

Tomazetti (2000), por sua vez, pontua que o espaço da escola e da sala de aula devem propiciar elementos de pesquisa para todos os envolvidos, de modo a considerar os professores não apenas como transmissores de saber, mas como mediadores capazes de promover um ambiente dialógico, pautado na análise reflexiva tanto de sua prática docente, quanto de seu espaço de atuação.

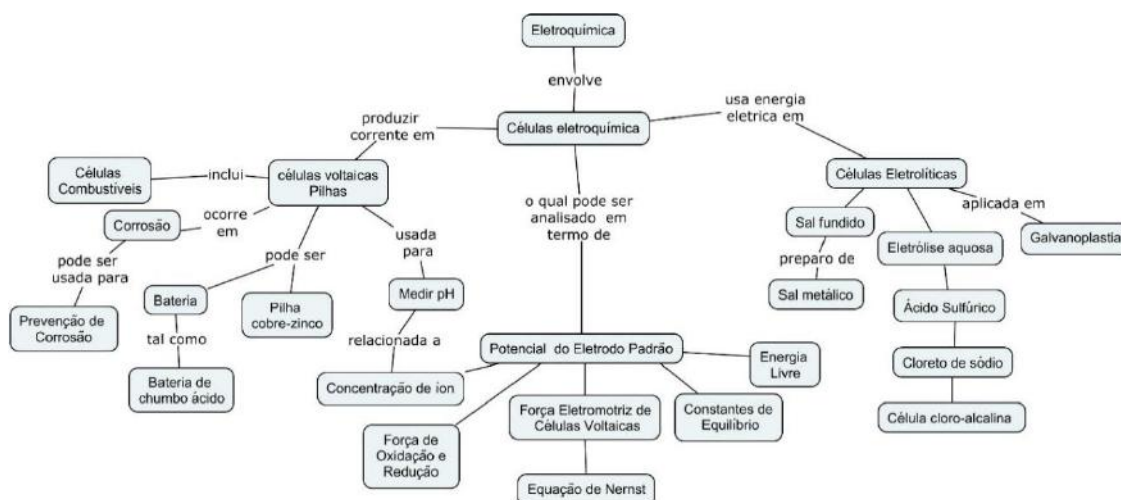
O essencial é que o aluno aprenda como organizar seu conhecimento, e tenha ferramentas necessárias para adquirir novos conhecimentos, de qualquer área que o interessar. Assim, um aprendizado, que se enquadre nas recomendações propostas tanto pelos parâmetros curriculares nacionais (PCNs), tanto

pelas orientações educacionais que lhe são complementares (PCN+), precisa se distanciar da forma tradicional de ensino, e buscar alternativas que propiciem a construção do conhecimento associando-os às necessidades sociais (ZAKRZEWSKI & SATO, 2007). Nesse contexto, o aprender é saber se posicionar diante das situações da vida, sejam elas problemáticas ou inusitadas, para além de toda visão neoliberalista que o Estado e as Instituições de Ensino Formais tenham de aprendizado. Em suma, capacitar esses atores a uma inserção crítica no mundo, numa perspectiva de reivindicar uma democracia cidadã.

No caso do ensino de eletroquímica, Silva (2008) aponta que a compreensão de seus conceitos envolve conteúdos de física, matemática, biologia, além de toda uma linguagem própria. Assim, a complexidade inerente ao seu estudo, implica também na dificuldade de uma abordagem transdisciplinar, e que ainda engloba a compreensão dos professores a respeito do tema. Caramel e Pacca (2004), pontuam em suas pesquisas que, embora os estudantes possam resolver problemas quantitativos de eletroquímica, como aqueles que aparecem nos exames de química, poucos são capazes de responder questões qualitativas que requerem um conhecimento sobre o conceito profundo em eletroquímica. O que dizer então se esse questionamento envolver os temas transversais propostos pelos (PNC+)?

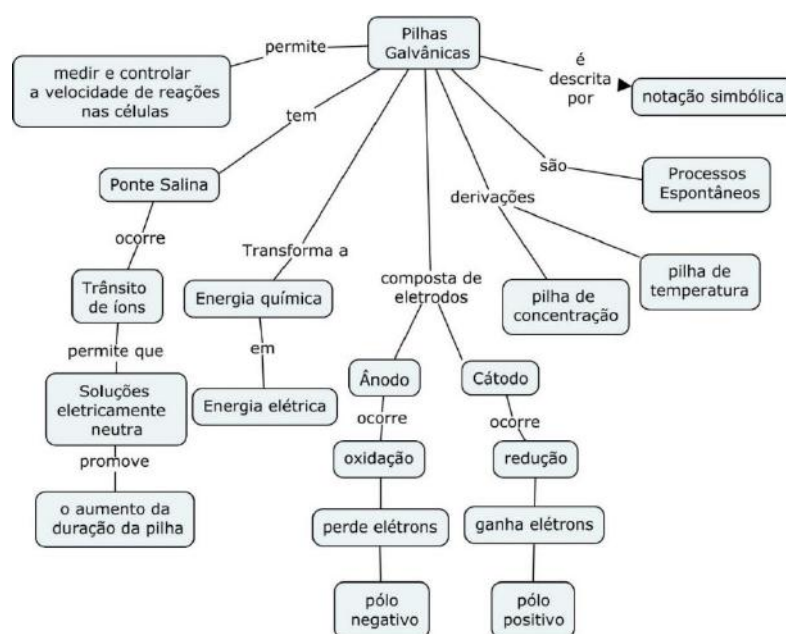
### Mapas Conceituais: definição, resultados e discursões

Os referenciais teóricos sobre mapas conceituais se apoiam fortemente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que menciona que o ser humano organiza o seu conhecimento através de uma hierarquização dos conceitos. Segundo Ausubel o indivíduo constrói significados de maneira mais eficiente quando considera inicialmente a aprendizagem das questões mais gerais e inclusivas de um tema, ao invés de trabalhar inicialmente com as questões mais específicas desse assunto (*apud* TAVARES, 2007). A ciência possui uma linguagem muito particular, os profissionais que dominam estes códigos, e as relações de significado, podem transitar com maior facilidade do discurso cotidiano para o diálogo científico. De fato, os mapas conceituais podem auxiliar a estruturar a sequência de conceitos a serem transmitidos. Nessa perspectiva foram analisados alguns mapas conceituais disponíveis na literatura e produzidos por licenciandos em química a partir da ferramenta CmapTools<sup>2</sup> exemplificados pelas figuras 1 e 2, a partir dos quais podemos evidenciar algumas lacunas conceituais fundamentais à compreensão de temáticas inerentes à eletroquímica.



**Figura 1:** Mapa conceitual geral proposto por um licenciando durante uma atividade pedagógica.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>



**Figura 2:** Mapa conceitual para uma pilha galvânica proposto por um licenciando durante uma atividade pedagógica.

Geralmente, as confusões conceituais têm início desde o próprio conceito e origem dessa área enquanto ciência, e se propagam através da intertransversalidade de sua atuação fronteiriça (OLIMPIO, 2016/ 2015; GONÇALVES, 2015). Por exemplo, ao afirmarem que se trata apenas:

[...] do estudo da participação de energia elétrica em transformações químicas nas células eletrolíticas, assim como da conversão de energia química em energia elétrica nas células galvânicas, nas pilhas ou baterias.<sup>3</sup>

Entre as dúvidas conceituais mais recorrentes destacam-se as definições de: corrente elétrica, compartimentalização da célula eletroquímica (eletrodos e suas funções, anodos, catodos, potencial, solução eletrolítica, eletrólito suporte, ponte salina), pilhas (de Daniel, de concentração, de temperatura), aplicações (analíticas, catalíticas, fotoeletroquímicas, em inibidores de corrosão, em síntese...). Além disso, os mapas conceituais apontam para uma certa fragilidade conceitual, no tangente aos conhecimentos de eletroquímica que vários discentes-docentes acreditam ter, que talvez tenha alguma ligação com uma espécie de polimorfismo linguístico.

### Considerações Finais

A prática de atribuir a responsabilidade, ou de encontrar quem errou quando algo vai mal, infelizmente também se reflete na escola, por exemplo, quando um estudante não apresenta um bom desempenho na escola, o docente automaticamente o culpa por isso. Esse aluno é considerado como aquele que não estudou o suficiente, que é desmotivado, preguiçoso, rebelde, incapaz, e tantos outros rótulos.

Talvez, além das competências técnicas, também seja importante trabalhar junto ao aluno a compreensão de que a ciência foi feita por homens que dedicaram suas vidas, pessoas que tiveram o sonho ou o desejo de melhorar o mundo em que viveram como pontuamos em NOS PASSOS DA ELETROQUÍMICA: Cientistas e seus Legados (GONÇALVES, 2015), ou trabalharmos o entendimento de que ciência é feita de investigação, observação e análise, como foi feito por Olimpio (2015). Contudo,

<sup>3</sup> Transcrição direta da fala discente durante a explicação de meu mapa conceitual.

qualquer que seja a estratégia adotada, cabe ao plano de políticas pedagógicas da instituição e a todo o corpo institucional promover junto ao aluno a ideia de que ele também pode ser um promotor de ciência.

Para que isso aconteça, propiciar oportunidades também deve ser um dos objetivos do ensino, em prol de mudanças que desencadeiem desenvolvimento cognitivo, afetivo, social e político. Pois, quando mobilizamos conhecimentos, valores e atitudes, agindo de modo pertinente na resolução de situações problemas, temos o que chamamos de competência. Visto que a qualidade de vida e até mesmo a sobrevivência pessoal e profissional de cada indivíduo está vinculada à capacidade de utilizar recursos inconscientes atualmente guardados sob a forma de potenciais não desenvolvidos.

#### **Referências Bibliográficas:**

BELMONTE Lorenzo Tebar. **El Perfil del Profesor Mediador**, Madrid: Santillana Educación, 2003.

COLL, César. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 1996.

GONÇALVES, Ana Carolina Silva; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; SOUSA, Célia. NOS PASSOS DA ELETROQUÍMICA: Cientistas e seus Legados. *In*: CONGRESSO DE HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA, VIII., 2015. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

MARINI, Janete Aparecida da Silva. Metacognição e leitura. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 10, n. 2, p. 343-345 (2006).

OLIMPIO, Quelle Garcia. **ELETRODO ÍON SELETIVO**: Uma abordagem de ensino e aprendizagem para a formação de docentes em química. Rio de Janeiro, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

OLIMPIO, Quelle Garcia; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; SOUSA, Célia. ELETRODO ÍON-SELETIVO SOB UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA: O quê? Por quê? Quem? Quando? Como? Onde? *In*: CONGRESSO DE HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA, VIII., 2015. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: Um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 1, p.109-116 (2003).

SOLÉ, Isabel. **Estratégia de Leitura**. Artmed. 6. ed.,1998.

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

TOMAZETTI, Elisete Medianeira. ANÍSIO TEIXEIRA: alguns apontamentos em comemoração ao centenário de seu nascimento. **Educação (UFSM)**, v. 25, n. 02, (2000).

ZAKRZEWSKI, Sônia Balvedi; SATO, Michele. Historiando a dimensão ambiental nos programas escolares gaúchos. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 109-132 (2007).

## APÊNDICE 3



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde,  
Ambiente e Arte (GIEESAA)



### **ROTEIRO DE PRÁTICAS: MANUAL DO ALUNO**

#### **ELETROQUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO: Estudo de Células Galvânicas**

(por: Ana Carolina Silva Gonçalves)

#### **ROTEIRO DO ALUNO**

##### **1- Título do Roteiro**

A pilha de compartimento único, pilha de Daniell, pilha de concentração e pilha de temperatura.

##### **2- Objetivo**

O presente roteiro foi realizado com o intento de orientar o aluno na montagem da pilha, bem como conduzi-lo na construção dos conceitos básicos de eletroquímica e a que tipo de fenômenos deve estar atento.

##### **3- Roteiro**

Antes da aula, o aluno terá uma breve introdução sobre os conceitos básicos de eletroquímica e dos fatores que influenciam na geração de energia elétrica a partir de reações de oxidação e redução. E antes do experimento será passada informações de como utilizar o multímetro.

#### 4- Experimentos

##### Bateria de sucata que você pode fazer em casa

Os pesquisadores descobriram como fabricar baterias de alto desempenho usando restos de metais descartados e produtos químicos domésticos comuns. Eles usaram sucatas de aço e latão - dois dos materiais mais comumente enviados para reciclagem - para criar a primeira bateria de materiais usados do mundo e que ainda é capaz de armazenar energia em níveis comparáveis às baterias chumbo-ácidas que equipam todos os automóveis. Já o processo de carregamento e descarregamento é um pouco diferente, aproximando-se dos fluxos apresentados pelos supercapacitores ultrarrápidos.



O segredo para esse desempenho é a anodização, um tratamento químico comum, usado, por exemplo, para dar ao alumínio um acabamento durável e decorativo. Quando os restos de aço e latão são anodizados, usando compostos químicos domésticos e a corrente elétrica de uma tomada residencial, as superfícies metálicas são reestruturadas, gerando redes nanométricas de óxido metálico que podem armazenar e liberar eletricidade quando reagem com um eletrólito líquido à base de água.

Ao contrário das baterias de íons de lítio, que recentemente voltaram a explodir, a bateria de aço-latão usa um eletrólito não-inflamável, composto por hidróxido de

potássio (KOH) diluído em água - o KOH é uma base usado em detergentes para lavar roupas e em sabões líquidos

### **Bibliografia**

From the Junkyard to the Power Grid: Ambient Processing of Scrap Metals into Nanostructured Electrodes for Ultrafast Rechargeable Batteries.

Nitin Muralidharan, Andrew S. Westover, Haotian Sun, Nicholas Galioto, Rachel E. Carter, Adam P. Cohn, Landon Oakes, Cary L. Pint , ACS Energy Letters, Vol.: 1, pp 1034-1041 DOI: 10.1021/acseenergylett.6b00295. <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=bateria-sucata-fazer-casa&id=010115161108> – acessado em 10/10/2016.

#### **4.1- Pilha de Compartimento Único**

##### **Materiais**

1 Béquer de vidro ou plástico transparente

2 fios condutores com crocodilo

Multímetro

Luva de Latex

Proveta

##### **Reagentes**

Água destilada

Solução de cloreto de sódio  $0,5 \text{ mol.dm}^{-3}$

Placa de zinco

Placa de alumínio ou ferro

Fenolfetaleína 1% em massa

Ferricianeto de potássio 1 % massa



**Procedimento**

Em um copo coloque 20 mL de solução de cloreto de sódio. Adicione duas gotas de fenolftaleína e duas gotas de ferrocianeto na solução.

Utilizando um fio condutor com crocodilos nas extremidades, una o eletrodo de zinco ao fio preto (COM) do multímetro.

Com o outro fio, una o fio vermelho do multímetro ao eletrodo de ferro.

Insira os eletrodos na solução e observe o desenvolvimento de cor próximo ao eletrodo. Verifique a tensão gerada.

**4.2 - Pilha de Daniell****Materiais**

Algodão  
 Tubo de borracha ou canudo  
 2 bequeres de vidro ou plástico transparente  
 2 fios condutores com crocodilos.  
  
 Multímetro.  
 Luvas de látex e óculos

**Reagentes**

Água destilada.  
 Placa de cobre.  
 Placa de zinco.  
 Sulfato de cobre,  $\text{CuSO}_4$  1 mol/L  
 Sulfato de zinco,  $\text{ZnSO}_4$  1 mol/L  
 Cloreto de sódio, NaCl 3%

**Procedimento**

Na preparação da ponte salina coloque a solução de cloreto de sódio 3% no tubo de borracha e vede com algodão. O algodão deve ser colocado de maneira a impedir que a solução de NaCl saia. No tubo não deve ser visível qualquer bolha de ar. Caso exista o desempenho da ponte salina pode ser seriamente prejudicado.

Em um copo de vidro coloque 20 mL de solução de sulfato de cobre e em outro copo de vidro adicione 20 mL de solução de sulfato de zinco.

Utilizando um fio condutor com crocodilos nas extremidades, una o eletrodo de zinco ao fio preto (COM) do multímetro.

Com o outro fio, una o fio vermelho do multímetro ao eletrodo de cobre.

Inserir cada uma das extremidades da ponte salina nas soluções de sulfato de zinco e sulfato de cobre. O sistema não funciona se a ponte salina não estiver bem mergulhada.

Inserir o eletrodo de zinco na solução de sulfato de zinco (cuidado com manuseamento do sulfato de zinco porque este é nocivo).

Inserir o eletrodo de cobre na solução de sulfato de cobre (verifique que o multímetro passa a apresentar uma diferença de potencial). **Anote esta ddp (diferença de potencial), você precisará dela para cálculos futuros.**

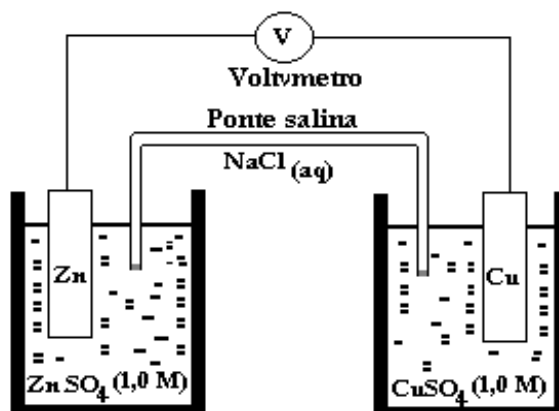


Figura 1. Esquema da Pilha de Daniell.

**Rascunho:**

### 4.3 - Pilha de Concentração

<b>Materiais</b>	<b>Reagentes</b>
Algodão	
Tubo de borracha ou canudo	Água destilada. Placa de cobre
2 béqueres de vidro ou plástico transparente	Sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4$ 1 mol/L
2 fios condutores com crocodilos.	Sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4$ 0,01 mol/L
Multímetro.	Cloreto de sódio, NaCl 3%
Luvas de látex e óculos	

#### **Procedimento**

Na preparação da ponte salina coloque a solução de cloreto de sódio 3% no tubo de borracha e vede com algodão. O algodão deve ser colocado de maneira a impedir que a solução de NaCl saia. No tubo não deve ser visível qualquer bolha de ar. Caso exista o desempenho da ponte salina pode ser seriamente prejudicado.

Em um copo de vidro coloque 20 mL de solução de sulfato de cobre 1 mol/L e em outro copo de vidro adicione 20 mL de solução de sulfato de cobre 0,01 mol/L.

Utilizando um fio condutor com crocodilos nas extremidades, une o fio preto (COM) do voltímetro ao eletrodo de cobre que vai ser mergulhado no eletrólito (solução de sulfato de cobre) menos concentrado.

Utilizando o outro fio condutor, una o fio vermelho do multímetro ao eletrodo de cobre que vai ser mergulhado no eletrólito mais concentrado.

Coloque cada uma das extremidades da ponte salina nas soluções de sulfato de cobre. (o sistema não funciona se a ponte salina não estiver bem imersa)

Coloque os eletrodos nas soluções de sulfato de cobre respectivas. (cuidado com manuseamento do sulfato de cobre porque este é nocivo).

Altera a escala do multímetro para milivolts. **Desta forma poderá verificar a existência de uma diferença de potencial no circuito.**

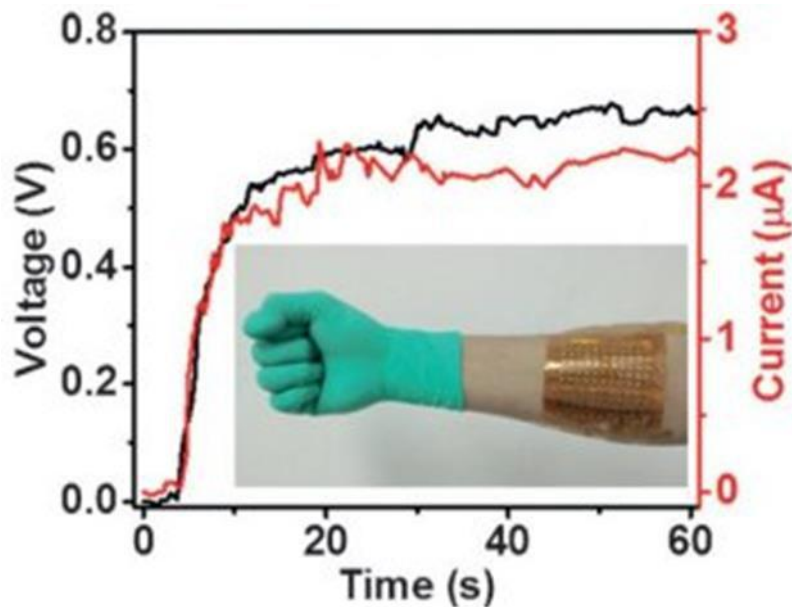
**Rascunho:**

## Calor do corpo como fonte de energia

Enquanto na trilogia Matrix o calor do corpo dos seres humanos fornecia energia para suas grandes inimigas - as máquinas - na realidade menos distópica ele pode fornecer eletricidade para o deleite dos próprios humanos.

Com os eletrônicos portáteis e de vestir ganhando em popularidade, várias formas de suprir-lhes a energia que precisam para funcionar têm sido pesquisadas. Nesse conceito, conhecido como "colheita de energia", nanogeradores geralmente aproveitam o movimento do corpo, da respiração, dos batimentos cardíacos, etc.

O calor do corpo também é um candidato natural a essa exploração, mas os materiais termoelétricos disponíveis precisam de grandes diferenças de temperatura, maiores do que as normalmente encontradas entre nossa pele e o ar circundante.



Foi desenvolvida uma termocélula flexível - essencial para equipamentos de vestir - feita com dois eletrodos gelatinosos, que gera eletricidade a partir de uma diferença de temperatura que já é factível para ambientes mais frios.

A termocélula explora o efeito termogalvânico, que gera uma diferença de potencial quando dois eletrodos em contato com um eletrólito líquido - ou gelatinoso - são submetidos a uma diferença de temperatura.

A uma temperatura ambiente de 5° C, a termocélula gera 0,3 microwatts a uma tensão de 0,7 volts, o que já é suficiente para alimentar pequenos sensores ou ajudar a recarregar uma bateria.

Com a demonstração de que o conceito funciona, a equipe afirma que já está trabalhando em busca de materiais que ofereçam um melhor rendimento e que funcionem também no verão.

## **Bibliografia**

Wearable Thermocells Based on Gel Electrolytes for the Utilization of Body Heat

Peihua Yang, Kang Liu, Qian Chen, Xiaobao Mo, Yishu Zhou, Song Li, Guang Feng, Jun Zhou

Angewandte Chemie International Edition DOI: 10.1002/anie.201606314

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=matrix-calor-corpo-como-fonte-energia&id=010115160916#.WDyxKNKlzlU> - acessado em 10/10/2016

#### 4.4- Pilha de Temperatura

##### **Materiais**

Algodão

Tubo de borracha ou canudo

2 béqueres de vidro ou plástico transparente

2 fios condutores com crocodilos.

Multímetro. Luvas de látex e óculos

Placa de aquecimento ou banho com água quente

##### **Reagentes**

Água destilada.

Placas de cobre

Sulfato de cobre,  $\text{CuSO}_4$  1 mol/L

Cloreto de sódio, NaCl 3%

##### **Procedimento**

Na preparação da ponte salina coloque a solução de cloreto de sódio 3% no tubo de borracha e vede com algodão. O algodão deve ser colocado de maneira a impedir que a solução de NaCl saia. No tubo não deve ser visível qualquer bolha de ar. Caso exista o desempenho da ponte salina pode ser seriamente prejudicado.

Em dois copos de vidro, coloque em cada 20 mL de solução de sulfato de cobre 1 mol/L.

Utilizando um fio condutor com crocodilos nas extremidades, una o fio preto (COM) do multímetro ao eletrodo de cobre que vai ser imerso na solução de sulfato de cobre que não vai ser aquecida.

Utilizando o outro fio condutor, una o fio vermelho do multímetro ao eletrodo de cobre que será mergulhado no eletrólito que vai ser aquecido. **Verifique que o sinal da diferença de potencial do multímetro é negativo. Por que será?**

Coloque de cada uma das extremidades da ponte salina nas soluções de sulfato de cobre.

Altera a escala do voltímetro para milivolts. Desta forma verifica-se a existência de uma diferença de potencial no circuito.

Colocar o banho de água quente debaixo do copo que será aquecido (com o eletrodo de cobre ligado ao fio vermelho do voltímetro). **Verifique que a diferença de potencial apresentada no voltímetro se torna cada vez mais negativa à medida que a temperatura do eletrólito aumenta.**

Em seguida troque o conjunto (fio condutor +eletrodo) de posição. Coloque o fio preto (COM) na solução que está aquecida e coloque o conjunto fio vermelho na solução que não está aquecida. **Verifique que o sinal da diferença de potencial do multímetro é positivo. Por que será?**

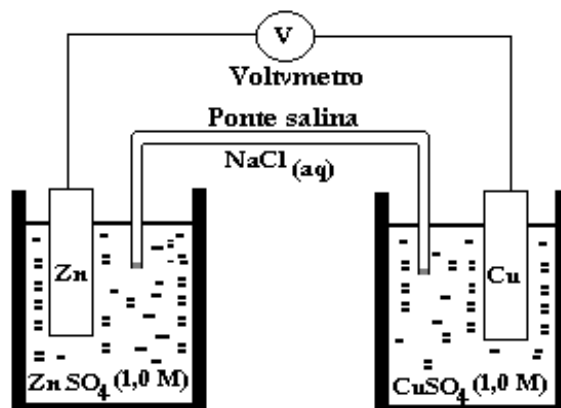
**Rascunho:**

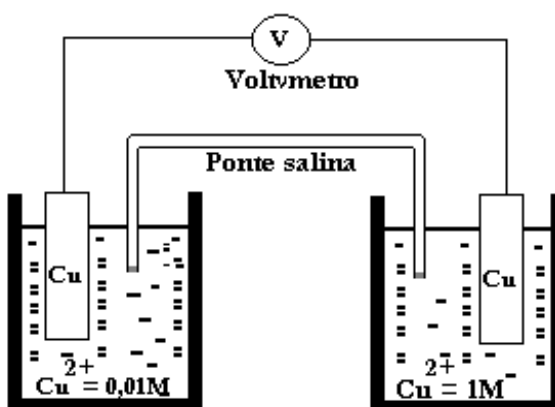
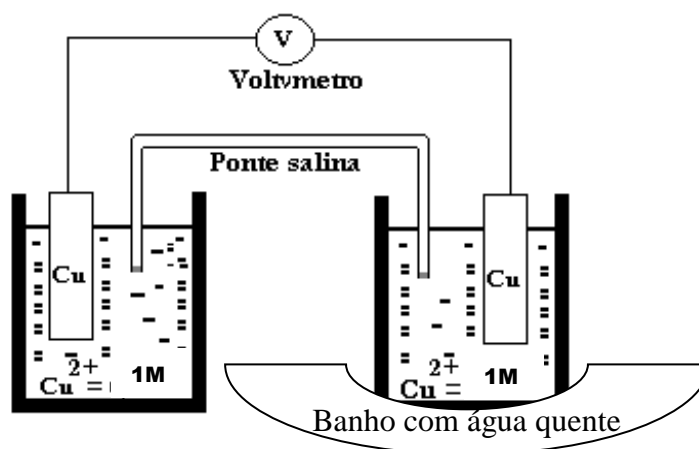


**Questionário**

1. Identifique nos esquemas abaixo e descreva a função de cada um dos componentes das pilhas e o sentido do fluxo de elétrons das mesmas:

- Pilha de compartimento único (desenhe)
- Escreve as semi-reações da célula.
- Qual a função da fenolftaleína? Por que próximo ao eletrodo de zinco verificou-se a desenvolvimento da cor rosa?
- Qual a função do ferrocianeto?
- Escreve as semi-reações da meia-células.
- Calcule a diferença de potencial do experimento da pilha de Daniell e verifique se a tensão gerada experimentalmente é compatível com o valor teórico.

**Pilha de Daniell**

**Pilha de Concentração****Pilha de Temperatura**

**2. Correlacione com as definições abaixo.**

(1) Pilha de Daniell (2) Cátodo (3) Anodo (4) Ponte salina (5) Eletrólito (6) multímetro

( ) Fecha ou completa o circuito da pilha. Mantém a neutralidade das semi-células.

( ) É uma célula voltaica, que transforma energia química em energia elétrica.

( ) Eletrodo que sofre oxidação, neste ocorre a perda de massa do eletrodo, o metal deste ao perde elétron tornam-se cátion e migram para solução. Ele também é o agente redutor.

( ) Eletrodo que sofre redução, ocorre ganho de massa, pois os cátions do metal em solução se depositam sobre a superfície do metal. Ele também é o agente oxidante.

( ) Aparelho que mede diferentes grandezas concernentes a uma corrente elétrica, tais como intensidade, voltagem, resistência etc.

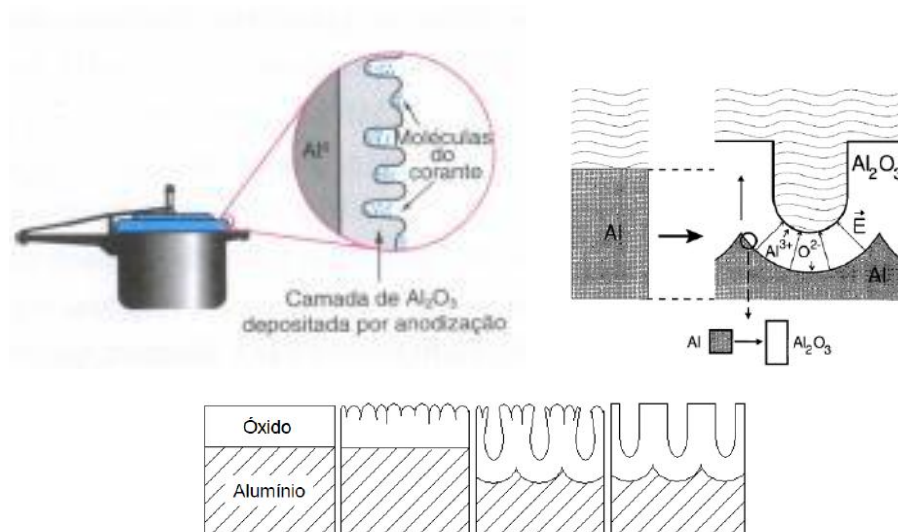
( ) Substância que, dissociada ou ionizada, origina íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions), pela adição de um solvente ou aquecimento. Desta forma torna-se um condutor de eletricidade.

**3. Por que ao retirarmos a ponte salina não se observa passagem de corrente.****4. Por que devemos lixar os eletrodos?****5. Por que há geração de corrente na pilha de Daniell?**

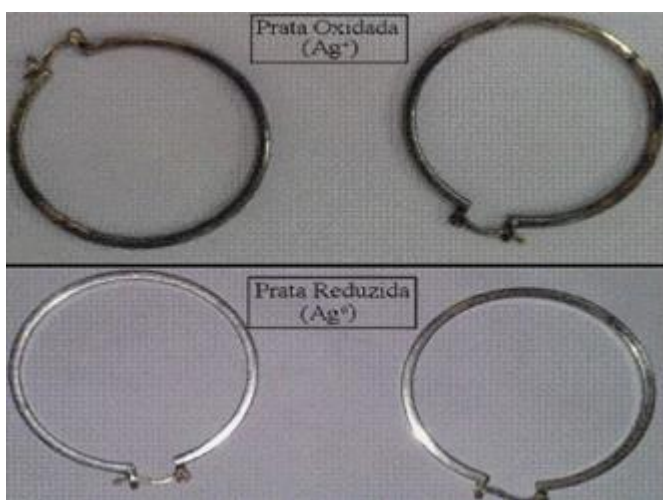
6. Por que há geração de corrente ou tensão na pilha de concentração?
7. Por que há geração de corrente ou tensão na pilha de temperatura?
8. Por que na primeira medida da pilha de temperatura observou-se tensão negativa? Quando os fios foram invertidos o que ocorreu?
9. Por que levamos um choque maior quando estamos molhados do que quando estamos secos?
10. O que é "água de bateria"?
11. Porque a tomada quando tem suas partes oxidadas esquenta? Quais os perigos associados? O que você deve fazer para que isso não ocorra? (Dica: Lembra-se de o porquê lixar os eletrodos)



12. Por que comumente usamos as panelas de alumínio e não de ferro?



13. Porque as jóias de prata escurecem? É possível recuperar? Quais as formas de recuperação, você conhece alguma?



## APÊNDICE 4



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde,  
Ambiente e Arte (GIEESAA)



### **ROTEIRO DE PRÁTICAS: MANUAL DO PROFESSOR**

#### **ELETROQUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO: Estudo de Células Galvânicas**

(por: Ana Carolina Silva Gonçalves)

### **ROTEIRO DO PROFESSOR**

#### **1 - TÍTULO DO ROTEIRO**

Pilha de compartimento único, pilha de Daniell, pilha de concentração e pilha de temperatura.

#### **2 - OBJETIVO**

O presente roteiro foi realizado com o intento de orientar o aluno na montagem da pilha, bem como conduzi-lo na construção dos conceitos básicos de eletroquímica e a que tipo de fenômenos deve estar atento.

#### **3 - DESCRIÇÃO**

Montagem da pilha de compartimento único, pilha de Daniell, pilha de concentração e pilha de temperatura. Sendo disponibilizados roteiro e questionário que, orientaram aos alunos a que tipos de fenômenos eletroquímicos devem estar atentos. O experimento busca

exercitar nos alunos a observação, questionamento, a formulação de hipótese e habilidades experimentais.

#### **4 - PROPOSTA PEDAGÓGICA**

A proposta deste experimento consiste em fornecer ferramentas que permitam este a assimilar com os conceitos de eletroquímica e os compartimentos de uma pilha ou bateria. Tornar mais claro os fenômenos de oxidação e redução; alguns conceitos de corrosão. Buscando nos alunos o desenvolvimento de habilidades que se enquadre nas recomendações do PCN+, para isso necessita-se distanciar da forma tradicional de ensino e buscar alternativas que propiciem a construção do conhecimento associando às necessidades sociais. Caso haja disponibilidade de espaço e condições estruturais favoráveis faça a aula experimental participativa, onde os alunos montem o experimento, senão a aula pode ser apenas demonstrativa; sendo que de qualquer forma proporcionará um novo panorama dos conceitos básicos da eletroquímica que estar sendo ensinado.

#### **5- PÚBLICO ALVO**

O conteúdo de eletroquímica é previsto no currículo mínimo para ser ministrada no 2º ano do Ensino Médio.

#### **6-TÓPICOS ABORDADOS**

Os experimentos das pilhas enquadram os conceitos básicos da Eletroquímica.

- Definir o que é eletroquímica, conceituar o processo espontâneo e não-espontâneo da eletroquímica.
  
- Definir o que é oxidação-redução. Identificando agente oxidante e redutor em uma reação eletroquímica.

- Compreender a simbologia química utilizada na representação das semi-reações.
- Reatividades de metais
- Células galvânicas
- Condutividade dos metais
- Efeitos da concentração sobre a tensão da célula
- Efeitos da temperatura sobre a tensão da célula
- Introdução à equação de Nernst.

## 7- CONHECIMENTO PRÉVIO

Para a realização do experimento o ideal é que o professor já tenha ensinado aos seus alunos os seguintes tópicos:

### **Eletroquímica**

A Eletroquímica trata do estudo da participação de energia elétrica em transformações químicas nas células eletrolíticas, assim como da conversão de energia química em energia elétrica nas células galvânica (nas pilhas ou baterias).

### **Corrente elétrica**

É um fluxo de partículas carregadas. Essas partículas podem ser idênticas como em um metal onde os elétrons de valência (chamados elétrons livres) se movimentam a através da rede cristalina de cátions vibrando - neste caso o processo é chamado de condução eletrônica ou condução metálica. A condução da corrente elétrica pode ocorrer de duas maneiras distintas: através dos elétrons (condução observada nos metais) ou através dos íons (condução eletrolítica). Em ambos os casos, a corrente é provocada por uma diferença de potencial (DDP). O potencial elétrico produzido em uma célula eletroquímica depende



dos metais que constituem os eletrodos, já a intensidade de corrente depende da área superficial dos eletrodos e da concentração de cada íon ativo em solução.

### Unidades e relações usadas em Eletroquímica

- Ampère (A): mede a intensidade de corrente ( $I$ ), ou seja, a carga  $Q$  em Coulomb que passa por unidade de tempo,  $t$ , em segundos.

Relação:  $I = Q/t$       Unidade:  $A = [C/s]$

- Volt (V): mede o potencial elétrico ( $E$ ), ou seja, a energia potencial elétrica (EP) em Joules por unidade de carga,  $Q$ .

Relação:  $E = E_p/Q$       Unidade:  $V = [J/C]$

- Ohm ( $\Omega$ ): mede a resistência ( $R$ ) à passagem da corrente elétrica.

Relação:  $R = E/I$  ou  $R = V/I$       Unidade:  $\Omega = [V/A]$

- Watt (W): a unidade de potência elétrica ( $P$ ), ou seja, a energia ( $E_n$ ) por unidade de tempo,  $t$ .

Relação:  $P = E_n/t$       Unidade:  $W = [J/s]$

### Compartimentalização da pilha

Eletrodo - são os elementos que fornecem a superfície na qual ocorre a reação química envolvendo transferência de elétrons.

Potencial de eletrodo - Potencial de uma célula eletroquímica na qual o eletrodo de interesse está à direita e o eletrodo padrão de hidrogênio à esquerda na célula.

Ânodos - são terminais (eletrodos) carregados negativamente, portanto fontes de elétrons, onde se processa a oxidação.

Cátodos - são terminais (eletrodos) carregados positivamente, portanto receptores de elétrons, onde se processa a redução.

Oxidação - é a situação onde há perda de elétrons e ocorre no ânodo.

Redução - é a situação onde há recebimento de elétrons, e ocorre no cátodo.

Eletrólito – são os condutores de eletricidade na solução.

Solução eletrolítica - Para que uma solução seja considerada condutora de eletricidade a mesma deve ser capaz de permitir que cargas internas movam-se de um ponto a outro com a finalidade de completar o circuito.

Ponte Salina - Sua função é permitir o intercâmbio de íons entre as células, permitindo fechar o circuito para a corrente contínua produzida entre os eletrodos que estão mergulhados nas soluções eletrolíticas contidas nas semi-células. Outra função da ponte salina é, para além de fechar o circuito, manter a neutralidade das soluções nas semi-células: no ânodo a contínua oxidação produz um excesso de carga positiva e no cátodo a redução provoca excesso de carga negativa, assim os ânions presentes na ponte salina dirigem-se para o excesso de carga positiva e os cátions para o excesso de carga negativa, fazendo com que as soluções se mantenham neutras. (SKOOG, RUSSEL)

Multímetro - Aparelho que mede diferentes grandezas concernentes a uma corrente elétrica, tais como intensidade, voltagem, resistência etc.

### **Pilha de Compartimento Único**

Nesta pilha, os eletrodos de metais diferentes estão imersos em um mesmo eletrólito, neste experimento é uma solução 0,5 mol/L de cloreto de sódio. A adição do indicador fenolftaleína e ferricineto possibilita a análise qualitativa do sistema. Pois observa-se que ao fecha o circuito, além da tensão medida pelo voltímetro, ocorre o desenvolvimento da cor rosa próximo ao catodo, atrai as hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) formada pela redução da água, deixando a região básica. O ferrocianeto identifica a

presença de íons ferrosos em solução, onde se observa o desenvolvimento da cor azul prússia. Porém neste roteiro utilizamos alumínio ao invés de ferro.

### **Pilha de Daniell**

Este dispositivo é constituído basicamente por uma semi-células de  $\text{Cu}^\circ/\text{CuSO}_4$  1,0mol/L e  $\text{Zn}^\circ/\text{ZnSO}_4$  1,0 mol/L, em compartimentos separados, e unidos por meio de ponto de salina, esta última é feita com um tubo de vidro, em forma de U invertido, contendo soluções aquosa saturada de eletrólito, tapada nas extremidades por chumaços de algodão.

### **Pilha de Concentração**

Esta pilha surge sempre que um material metálico é exposto a concentrações diferentes de seus próprios íons. Ela ocorre porque o eletrodo torna-se mais ativo quando decresce a concentração de seus íons no eletrólito.

### **Pilha de temperatura**

As pilhas de temperaturas diferentes são constituídas de um mesmo material metálico, estando os eletrodos em diferentes temperaturas, sendo chamada também de pilha termogalvânica, responsável pela corrosão termogalvânica.

Esse tipo de pilha costuma ocorrer quando o material metálico imerso em eletrólito apresenta áreas diferentemente aquecidas.

### Equação de Nernst

A equação de Nernst permite calcular o potencial termodinâmico  $E_t$ , em volts, de um acoplamento redox em função potencial padrão  $E^0$ , e das concentrações das espécies na solução. O potencial de equilíbrio redox é dado por:

$$E_{\text{termodinâmico}} = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(\text{ox})}{a(\text{Red})}$$

Onde

$E_0$  = potencial-padrão de redução ( $a_{\text{ox}}=a_{\text{red}}=1$ )

$R$  = constante dos gases, 8,314 J/K.mol = 8,314 V.C/K.mol

$T$  = temperatura absoluta em Kelvin (K)

$n$  = número de elétrons na meia-reação

$F$  = constante de Faraday

$a_i$  = atividade da espécie ou a concentração da espécie

## 8- POSSIBILIDADES EDUCACIONAIS

O roteiro e o material para construção das pilhas que serão fornecidos ao aluno tem por objetivo a assimilação e estruturação dos conceitos de eletroquímica, bem como despertar no mesmo o interesse da experimentação na química, de maneira a permitir uma melhor compreensão do conteúdo de química, independentemente da falta de recursos. As notícias utilizadas para a chamada dos experimentos corroboram para expor ao aluno a aplicação do conhecimento que ele irá adquirir, é essencial que os experimentos sejam contextualizados. É de bom tom estudar esse assunto e outros para torna o aprendizado mais substancial.

## 9-TEMAS TRANSVERSAIS

Quais aspectos da vida dos alunos podem estar diretamente relacionados com o roteiro desenvolvido? Como estabelecer estas relações e deixá-las explícitas para os alunos?

A tabela a seguir serve apenas para organizar as ideias, não precisa fazer parte do Roteiro do Professor:

<b>Temas transversais</b>	<b>aspecto1</b>	<b>aspecto2</b>	<b>aspecto3</b>
<b>Ética</b>	Materiais constituintes das pilhas	Lixo	Ações sustentáveis
<b>Meio ambiente</b>	Chuva ácida Poluição/ Despoluição por eletrofloculação, processo de filtração	Descarte de pilhas e baterias; Reciclagem	Energia elétrica a partir da solar, fotoeletroquímica
<b>Pluralidade cultural</b>	Fotografia, Conservação e preservação de monumentos dos processos de corrosão	Fermentação, processo de obtenção de diversas bebidas alcóolicas (Bafômetro)/ a cultura das bebidas	
<b>Trabalho e consumo</b>	biochips	Processos de eletrodeposição	Fotoeletroquímica
<b>Saúde</b>	Saúde bucal, aparelhos ortodônticos	Acidez estomacal/ Ação do álcool no organismo/ Biossensores e o diabetes/ biochips	Vitamina C, importância para o organismo e a prevenção de doenças
<b>Educação sexual</b>			
...			
...			

### Contextualização com notícias atuais

Os títulos das reportagens listados abaixo servem como pano de fundo para os experimentos, solicite de seus alunos trabalhos que abordem esta temática e peça aos alunos para apresentarem o trabalho. Discuta com seus alunos as questões, promova um ambiente dialógico em sala de aula, formas de obtenção de energia e outras finalidades do campo da eletroquímica.

Célula fotoeletroquímica armazena energia solar

IBM lança chip biológico para diagnosticar doenças

Fotossíntese turbinada elimina herbicida do ambiente

Nervos eletrônicos atingem velocidade dos nervos biológicos

Piso de madeira gera eletricidade a cada pisada

### Para saber mais

Sugestão caso haja mídia disponível, é administrar um vídeo sobre o funcionamento da pilha de Daniell. Uma sugestão legal é o vídeo cujo link listo logo abaixo:

[https://youtu.be/C26pH8kC\\_Wk](https://youtu.be/C26pH8kC_Wk)

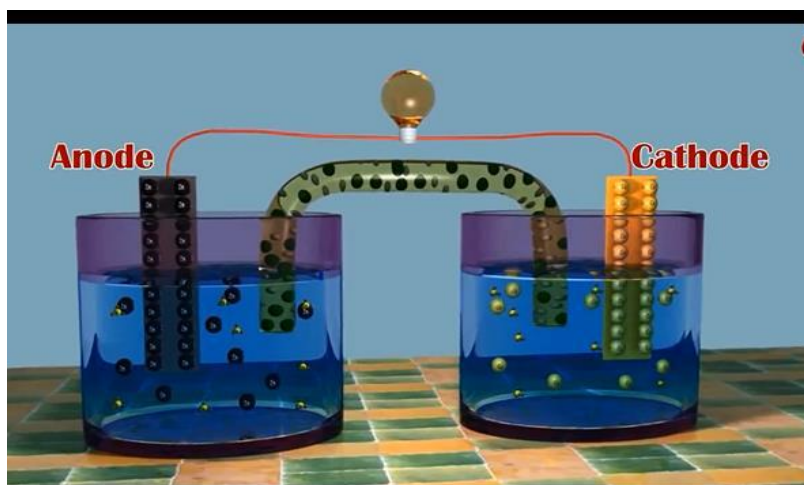


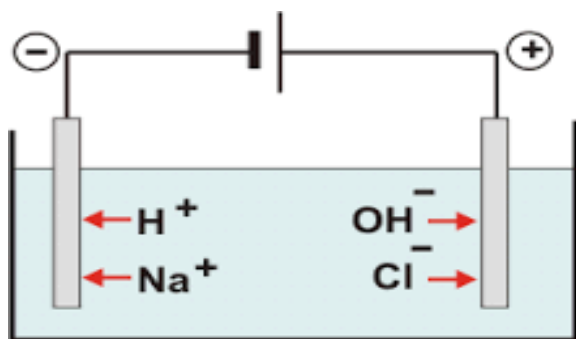
Figura 1- Foto de vídeo do funcionamento da pilha de Daniell.

## 10-RESPOSTAS DOS PROBLEMAS NOS ROTEIROS DOS ALUNOS

1. Identifique nos esquemas abaixo e descreva a função de cada um dos componentes das pilhas e o sentido do fluxo de elétrons das mesmas:

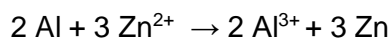
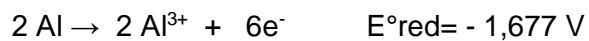
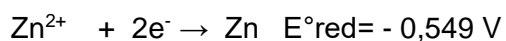
### 1.1. Pilha de compartimento único

a) Pilha de compartimento único (desenhe)



b) Escreve as semi-reações da meia-células.

No caso de utilizar alumínio



$$\text{ddp} = E^{\circ}_{\text{catodo}} - E^{\circ}_{\text{anodo}} = -0,549 - (-1,677) = 1,128 \text{ V}$$

O potencial experimental é diferente do teórico, devido ao eletrólito utilizado e a estrutura da célula.

No caso de utilizar ferro

Pode ser que ocorra o desenvolvimento de cor no zinco, pois ao invés de ferro puro teremos uma liga o que mudaria o potencial do eletrodo. Devido a isso seria mais seguro utilizar o alumínio ao invés do ferro.

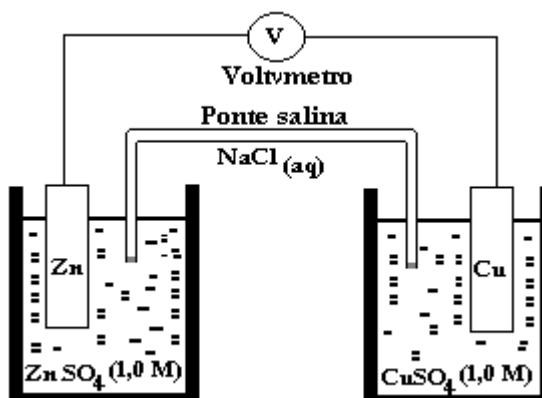
**c) Qual a função da fenolftaleína? Por que próximo ao eletrodo de ferro verificou-se a desenvolvimento da cor rosa?**

A fenolftaleína é um indicador ácido-base. No caso desta célula o catodo é ferro, onde se observa a redução da água, com formação de hidroxila ( $\text{OH}^-$ ).

**d) Qual a função do ferrocianeto?**

O ferrocianeto indica a presença de íons de ferro em solução, em que se observa o desenvolvimento da cor azul.

## 1.2. Pilha de Daniell



Resposta:

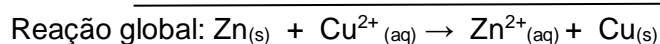
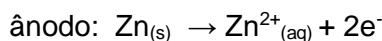
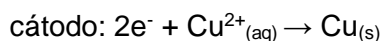
- os compartimentos: as duas metades da célula;
- os eletrodos: superfícies onde ocorrem as reações;
- as semi-pilhas: cada eletrodo e o meio onde está imerso;



- o circuito externo (multímetro): circuito elétrico que conecta os eletrodos e permite o escoamento de elétrons através do circuito;
- fluxo de elétrons: da esquerda para a direita;
- no eletrodo de cobre ocorre a redução (cátodo);
- no eletrodo de zinco ocorre a oxidação (ânodo).

**e) Escreva as semi-reações das meia-células e a reação global.**

Resposta:



**f) Calcule a diferença de potencial do experimento da pilha de Daniell e verifique se a tensão gerada experimentalmente é compatível com o valor teórico.**

Resposta:

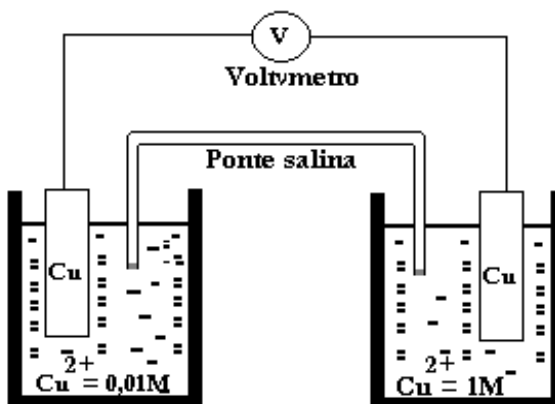
Valor experimental medido em laboratório: 1,06V

Valor teórico: 1,10V

DDP:  $E_{\text{red catodo}} - E_{\text{red anodo}} = +0,34\text{V} - (-0,76\text{V}) = 1,10\text{V}$ , reação espontânea.

A 25°C, a tensão que a célula produz é 1,10V. Se a concentração dos íons zinco for reduzida abaixo de 1 mol/L, poderemos supor, de acordo com o princípio de Le Châtelier, que uma diminuição da  $[\text{Zn}^{2+}]$  acarretará um aumento da tendência de ocorrer a reação de oxidação e, assim, deveremos observar um aumento na tensão produzida pela célula. Semelhantemente, com um decréscimo da  $[\text{Cu}^{2+}]$  na pilha de Daniell, decresce a tendência de ocorrer a reação de redução no cátodo, e, igualmente, de ocorrer a reação da célula, portanto a tensão observada na célula é inferior ao valor 1,10V. (adaptado SKOOG, 2005)

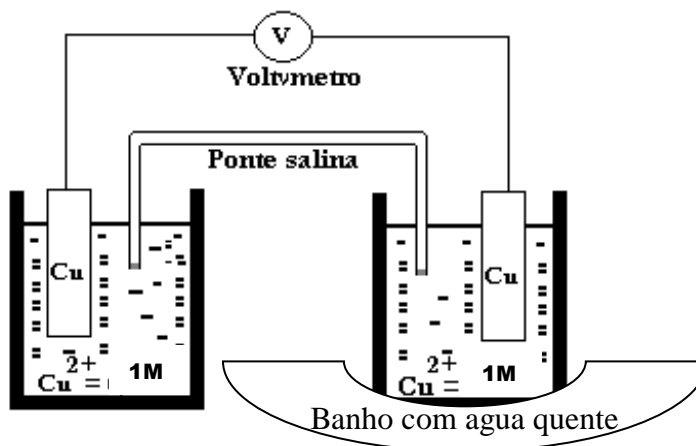
### 1.3. Pilha de Concentração



Resposta:

- ocorre a redução (cátodo): solução mais concentrada 1M
- ocorre a oxidação (ânodo): solução mais diluída 0,01M
- fluxo de elétrons: da esquerda para a direita, ou seja, o fluxo vai da solução mais diluída para a mais concentrada.

### 1.4. Pilha de Temperatura



Resposta:

- ocorre a redução (cátodo): solução a temperatura ambiente.
- ocorre a oxidação (ânodo): solução aquecida
- fluxo de elétrons: da direita para a esquerda, ou seja, o fluxo vai da solução aquecida para a fria.

## 2. Correlacione com as definições abaixo.

(1) Pilha de Daniell (2) Cátodo (3) Anodo (4) Ponte salina (5) Eletrólito (6) multímetro

( 4 ) Fecha ou completa o circuito da pilha. Mantém a neutralidade das semi-células.

( 1 ) É uma célula voltaica, que transforma energia química em energia elétrica.

( 3 ) Eletrodo que sofre oxidação, neste ocorre a perda de massa do eletrodo, o metal deste ao perde elétron tornam-se cátion e migram para solução. Ele também é o agente redutor.

( 2 ) Eletrodo que sofre redução, ocorre ganho de massa, pois os cátions do metal em solução se depositam sobre a superfície do metal. Ele também é o agente oxidante.

( 6 ) Aparelho que mede diferentes grandezas concernentes a uma corrente elétrica, tais como intensidade, voltagem, resistência etc.

( 5 ) Substância que, dissociada ou ionizada, origina íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions), pela adição de um solvente ou aquecimento. Desta forma torna-se um condutor de eletricidade.

## 3. Por que ao retirarmos a ponte salina não se observa passagem de corrente?

Resposta:

A função da ponte salina é permitir o intercâmbio de íons entre as células, permitindo fechar o circuito para a corrente contínua produzida entre os eletrodos que estão mergulhados nas soluções eletrolíticas contidas nas semi-células.

Uma outra função da ponte salina é, para além de fechar o circuito, manter a neutralidade das soluções nas semi-células: no ânodo a continua oxidação produz um excesso de carga positiva e no cátodo a redução provoca excesso de carga negativa, assim os ânions presentes na ponte salina dirigem-se para o excesso de carga positiva e os cátions para o excesso de carga negativa, fazendo com que as soluções se mantenham neutras.

#### 4. Por que devemos lixar os eletrodos?

Resposta:

A etapa de limpeza e lixagem é necessária para remover possíveis óxidos da superfície do metal, aumentando assim a superfície de contato eletrodo/solução.

#### 5. Por que há geração de corrente na pilha de Daniell?

Resposta:

Na pilha de Daniell, o eletrodo de cobre (cátodo) atrai elétrons do eletrodo de zinco (ânodo). Estes elétrons passam através do circuito elétrico em questão. Assim que o eletrodo de cobre recebe elétrons, os íons  $\text{Cu}^{2+}$  presentes na solução de sulfato de cobre aproximam-se do eletrodo de maneira a equalizar as cargas negativas. Quando os íons  $\text{Cu}^{2+}$  alcançam a superfície do cobre recebem dois elétrons, depositando-se no eletrodo sob a forma de metal. Por sua vez, por cada íon de cobre depositado, um íon de  $\text{Zn}^{2+}$  é libertado do eletrodo de zinco para a solução de sulfato de zinco.

Assim como acontece para qualquer pilha, a pilha de Daniell não dura para sempre. Na realidade, a produção de corrente elétrica diminui à medida que a concentração do eletrólito de zinco aumenta e a do eletrólito de cobre diminui.

No que diz respeito à ponte salina, a função desta é permitir o transporte de cargas de uma solução para a outra. Visto que no interior desta existe uma solução salina, à medida que se vão acumulando as cargas positivas ( $\text{Zn}^{2+}$  no eletrólito de sulfato de zinco, o  $\text{Cl}^-$  da solução aquosa de  $\text{NaCl}$  compensa o balanço de cargas. Assim, os gradientes de concentração (polarização) devidos à presença de cargas não compensadas é minimizada pelo menos nos instantes iniciais.

A pilha de Daniell pode produzir potenciais elétricos superiores quando se unem diversas unidades independentes em série por intermédio de fios condutores.

#### 6. Por que há geração de corrente ou tensão na pilha de concentração?

Resposta:

A diferença da pilha de Daniell e da pilha de Concentração, é que nesta experiência somente é utilizado o cobre como eletrodo. Esta célula utiliza o fato das duas soluções de sulfato de cobre terem diferentes concentrações.

Isso se deve ao fato das duas soluções terem diferentes concentrações, o eletrodo de cobre mergulhado na solução menos concentrada funciona como ânodo (fonte de elétrons). Ou seja, este liberta íons  $\text{Cu}^{2+}$  para a solução de maneira a aumentar a concentração e,

consequentemente, liberta dois elétrons por cada íon libertado. Por sua vez, no eletrodo mergulhado na solução mais concentrada (cátodo), os elétrons vindos do ânodo combinam-se na superfície do eletrodo com os íons  $\text{Cu}^{2+}$ , formando um depósito de cobre metálico na sua superfície.

A diferença de potencial não é na ordem das unidades dos volts porque este utilizar eletrodos do mesmo metal que apresentam tendência iguais para funcionarem como ânodos ou cátodos. O único fator que obriga o sistema a produzir um fluxo de elétrons é a diferença das concentrações de íons  $\text{Cu}^{2+}$  nos eletrólitos.

### **7. Por que há geração de corrente ou tensão na pilha de temperatura?**

Resposta:

Quanto maior o nível de energia de um metal, maior será a sua tendência para libertar elétrons. O incremento da temperatura aumenta a velocidade das reações, não sendo exceção a reação de oxidação do cobre (libertação de elétrons).

Pelo valor e sinal do potencial medido no multímetro pode verificar-se que o fluxo de elétrons dá-se do eletrodo aquecido para o eletrodo à temperatura ambiente. Isto porque o nível de energia do eletrodo aquecido é superior. Para além de se verificar um acréscimo na velocidade de oxidação, a difusão das moléculas intervenientes no processo de oxidação também aumenta. Todos estes fatores contribuem para o potencial produzido por este tipo de pilha.

### **8. Por que na primeira medida da pilha de temperatura observou-se tensão negativa? Quando os fios foram invertidos o que ocorreu?**

Resposta: Veja o vídeo do multímetro!

### **9. Por que levamos um choque maior quando estamos molhados do que quando estamos secos?**

Resposta:

Porque, quando molhados, os sais existentes em nossa pele, resultado da transpiração, formam um eletrólito forte, facilitando a passagem da corrente elétrica.

### **10. O que é "água de bateria"?**

Resposta: É um eletrólito capaz de permitir a troca de elétrons entre as placas que constituem a bateria. Normalmente são soluções ácidas.

**11. Porque a tomada quando tem suas partes oxidadas esquentas? Quais os perigos estão associados? O que você deve fazer para que isso não ocorra?**

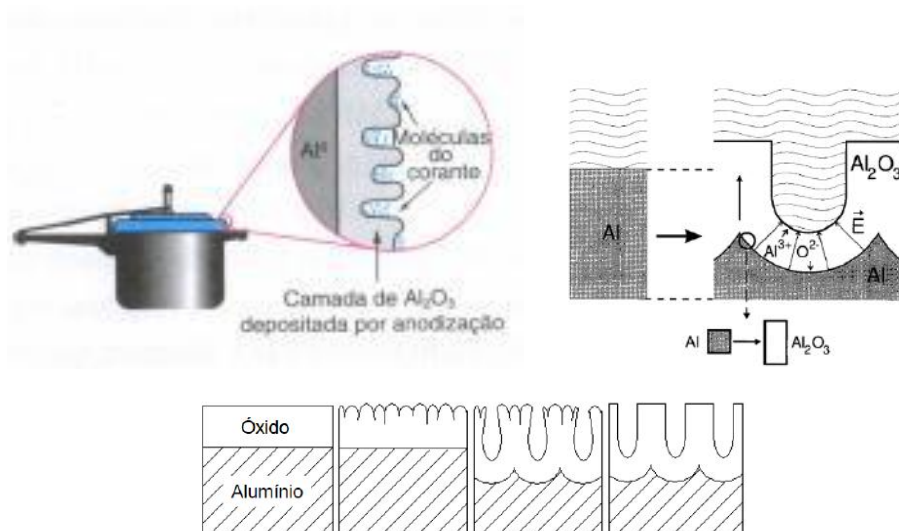


Remoção da camada de óxidos com auxílio de palha de aço, produtos de corrosão do metal. A parte oxidada dificulta a passagem de elétrons, atuando como uma resistência, o que faz a tomada esquentar. Os riscos associados são curto circuito, incêndio. O professor pode observar que o plug da tomada está deformado. Isto também gera um maior consumo de energia.

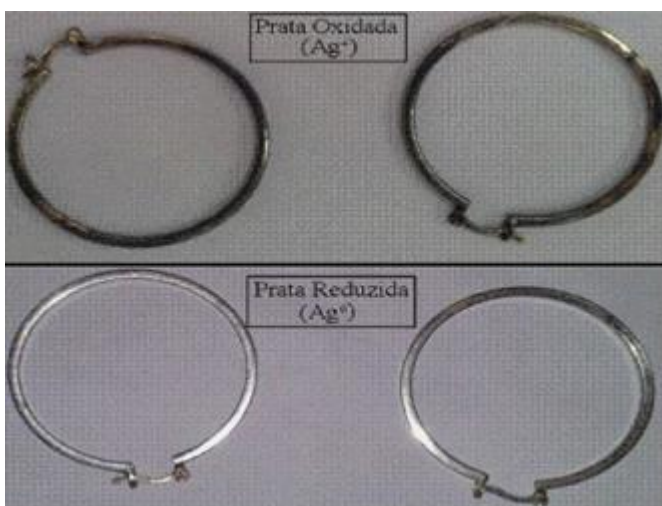
**12. Por que as panelas são de alumínio e não de ferro?**

Resposta: Formação de camada passivadora. A barreira de óxido de alumínio impede a migração para o alimento além de proteger da corrosão. O alumínio tem uma grande camada de óxido que é formado pelo processo de corrosão que se adere fortemente ao metal. A passivação aumenta a resistência a corrosão dos objetos de alumínio.

Reza a lenda que antigamente as pessoas não ficavam doentes (anêmica) porque as panelas eram de ferro. O ferro migra para os alimentos. Em quantidade grande pode causar intoxicação. Pergunte aos seus alunos o que eles acham?

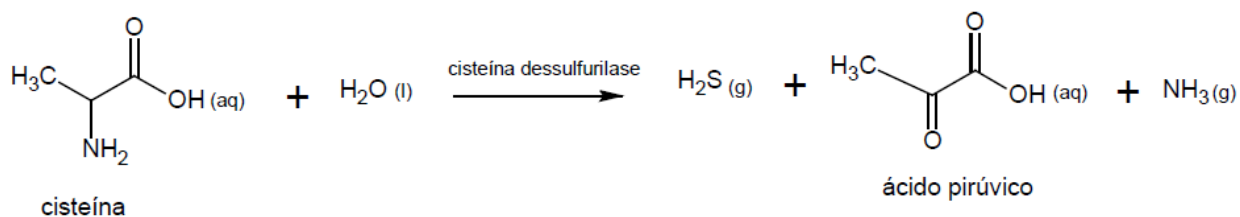


13. Porque as jóias de prata escurecem? É possível recuperar? Quais as formas de recuperação, você conhece alguma?

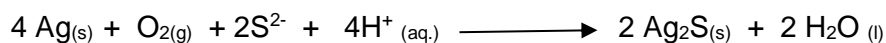


Resposta:

O suor possui compostos sulfurados (aminoácidos) que ao reagir com água, produzindo ácido sulfídrico, este ácido oxida a prata.



Reação da prata com sulfeto, produzindo sulfeto de prata, que provoca o escurecimento do objeto.



### Formas de recuperação

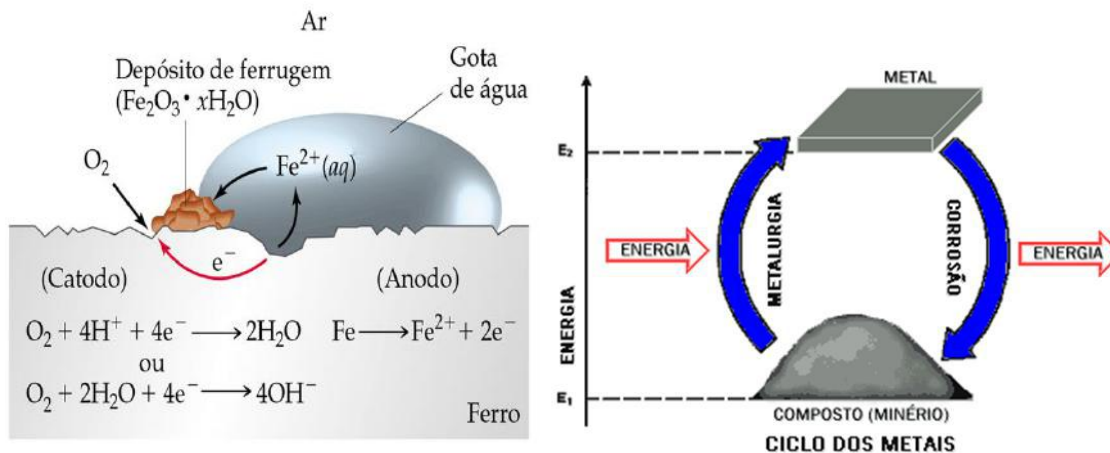
Pasta de dente – método abrasivo, ocorre o desgaste do material, removendo a camada externa e deixando a interna exposta.

Alguns abrasivos:

Carbonato de cálcio, fosfato de cálcio, as sílicas e bicarbonato de sódio.

Melhor forma de recuperar a prata é utilizando água, sal de cozinha, panela de alumínio e aquecimento. Fornece a prata os elétrons perdidos.

### Perguntas extras



### 14. O que é corrosão?

Resposta: Deterioração do metal por ação química ou eletroquímica. Nos processos de corrosão, os metais reagem com os elementos não metálicos presentes no meio,  $\text{O}_2$ , S,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  entre outros. No caso a corrosão do metal corresponde ao inverso dos processos metalúrgicos.

### 15. Como a força Eletromotriz (FEM) é mensurada na célula? É possível utilizar um voltímetro (multímetro) para medir a fem de uma célula, precisamente?

Resposta:

A fem de uma célula galvânica pode ser medida com exatidão usando um potenciômetro. Neste caso a fem a ser determinada da célula de interesse é balanceada por uma diferença de potencial oposta de forma a torna zero a corrente através da célula. A medição da



diferença de potencial oposta dá o potencial termodinâmico da célula de interesse. Para aprofundar os conhecimentos consulte o capítulo 13 de Levine (2012) e o capítulo 13 de Atkins (2012).

## **11- SUGESTÕES**

Caro professor, caso queira discuta mais detalhadamente com seus alunos as pilhas de concentração e temperatura pela equação de Nernst. Faça os cálculos dos potenciais e compare com os valores obtidos experimentalmente.

Peça aos alunos que construa um mapa conceitual dos tópicos estudados como trabalho extra. Em sala após entrega do trabalho construa com os mesmos, identificando os equívocos.

### **Práticas alternativas pilhas em série, com eletrólitos variados**

Monte pilhas em série com auxílio de clips (zinco) e fio de cobre. Faça com variedades de eletrólitos, utilize produtos comerciais do cotidiano como água sanitária, refrigerante, vinagre, limão, laranja, sabão em pó, etc. Utilize o multímetro para verificar a passagem de corrente. Em associação utilize indicadores de ácido-base e discutir o pH, potencial hidrogeniônico, que é a medida da atividade de íons de hidrogênio em solução. Comente que existe outras maneiras de medição do pH, fazendo uso de um pHmetro, no caso equipamento constituído por potenciômetro e eletrodo (eletrodo de íon seletivo a hidrogênio, neste caso o mais utilizado é o de vidro). Introduza a equação de Nernst, informe que a voltagem gerada é teoricamente dependente do logaritmo da atividade iônica. Faça relação das tensões geradas e do pH medido originários das pilhas e construa um gráfico.

### **Substituição do indicador fenolftaleína por indicadores naturais**

Em caso de falta de indicador fenolftaleína, recomendo a utilização do indicador natural de repolho roxo ou extrato do feijão. Os indicadores de pH são substâncias que mudam de cor quando estão em meio ácido ou básico. O extrato de feijão preto pode agir como indicador ácido-base. Ele apresenta uma coloração escura de tom azulado e muda de cor dependendo do meio. Esta variação de cor é devida a presença de antocianinas (SOARES et al., 2001; SOARES, 2001). As antocianinas estão presentes em diversos

frutos e vegetais, são exemplos: casca de feijão, repolho roxo, amora, jabuticaba, ameixa, uva, beterraba, cebola roxa, entre outros.

## Produção de indicadores naturais

### 1. Indicador de casca de feijão

O processo de extração do indicador natural de feijão é bem simples:

Coloque cerca de 10g de feijão cru em um frasco com 20 mL de água por 5 horas.

Tabela ilustra verificação do pH de produtos do cotidiano utilizando indicador ácido-base de casca de feijão preto.

Soluções	pH	Coloração indicador	Classificação
suco de limão	2	vermelho	ácido
vinagre de vinho branco	2	vermelho	ácido
Laranja	3	avermelhado	ácido
refrigerante incolor	3	violeta	ácido
tangerina	4	avermelhado	ácido
Água de torneira	6	Rosa claro	Levemente ácida
detergente	7	lilás	neutro
Água mineral	7,7	lilás	Levemente básico
Sapólio	8	verde claro	levemente básico
Hipoclorito de sódio	10	amarelo	básico
Sabão em pó	11	verde	básico
Soda cáustica	14	Verde escuro	básico

### 2. Indicador de repolho roxo

No caso da extração de repolho roxo pode ser obtido batendo em liquidificador duas folhas em 1L de água, filtrar utilizando papel filtro. É possível fazer a extração com água aquecendo a 90°C por 60 minutos, para evitar o processo de filtração.

Ou utilizar 30 g do repolho roxo imerso em cerca de 50mL de solução etanólica de HCl a 1% e mantido a 80°C por 40 minutos, obtendo-se um extrato de coloração vermelho-vinho. Neste último método temos maior estabilidade e duração do indicador.

Tabela. Resultados obtidos com indicador natural repolho roxo e convencional.

<b>Indicador</b>	<b>Materiais</b>	<b>Cor observada</b>	<b>Classificação</b>
<b>Repolho Roxo</b>	Xampoo	Lilás	Neutro
	Hidratante	Azul claro	Básico
	Leite	Rosa claro	Ácido
	Alvejante	Verde	Base
	Sabão em pó	Verde azulado	Base
	Limão	Vermelho	Ácido
	Água da torneira	Rosa claro	Ácido
	Laranja	Laranja claro	Ácido
	Água destilada	Rosa claro	Neutro
Detergente	Rosa escuro	Ácido	
<b>Indicador</b>	<b>Materiais</b>	<b>Resultado</b>	<b>Classificação</b>
<b>Indicador colorido</b>	Xampoo	pH-7	Neutro
	Hidratante	pH-8	Levemente básico
	Leite	pH-6	Levemente ácido
	Alvejante	pH-10	Básico
	Sabão em pó	pH-10	Básico
	Limão	pH-2	Fortemente ácido
	Água da torneira	pH-6	Levemente ácido
	Laranja	pH-4	Levemente ácido
	Água destilada	pH-7	Neutro
Detergente	pH-5	Levemente ácido	

Os indicadores naturais devem ser mantidos nas geladeiras e são de curta duração pois degradam.

**Peça a ajuda de seus alunos para montagem dos experimentos, os envolva.**

## 12-ORÇAMENTO

Produto	Preço R\$	Fornecedor
Sulfato de cobre 1Kg	34,50	Lojas Americanas/Synth
Sulfato de zinco, 1Kg	35,51	Synth
Fios condutores com crocodilo: pacote com 10 unidades	17,80	Lojas Americanas
Multímetro	21,12	Lojas Americanas
Recipientes de vidro ou plástico	6,00	Lojas Americanas
Lâmpadas com rabicho	20,00	Lojas Amoedo
Tubo de mangueira	12,00	Lojas Americanas

### 13-COMPLEMENTAR

Manual de utilização do multímetro. Assista a um vídeo! (<https://youtu.be/12HIJIP2Lig>)

Revise seus conhecimentos sobre alguns conceitos básicos de eletricidade, tais como:

Corrente Elétrica

Tensão Elétrica

Resistência Elétrica

Partes de um Multímetro

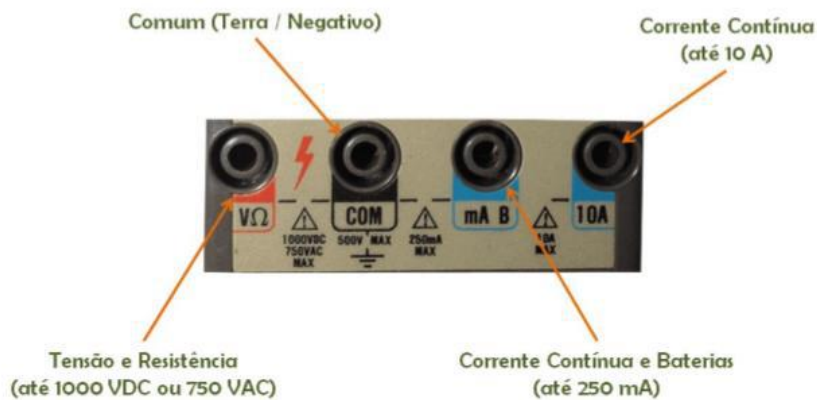
### 14-USANDO UM MULTÍMETRO

Um Multímetro é um aparelho para testes e medição de grandezas elétricas, extremamente popular entre técnicos e engenheiros eletrônicos devido à sua grande utilidade, permitindo, mesmo nos modelos mais simples, efetuar a medição de Corrente, Tensão e Resistência Elétricas, permitindo assim realizar diversos tipos de diagnósticos em circuitos elétricos. Alguns modelos mais incrementados permitem realizar medições adicionais, como Capacitância, Frequência, Temperatura, Indutância e outras.

Um multímetro possui três partes principais: Display (Visor) Botão de Seleção (Chave Seletora) Bornes onde são conectadas as Pontas de Prova (Ponteiras) O Visor é onde os resultados das medições são exibidos. Dependendo do modelo do multímetro, pode ter 3 ou mais dígitos, e um dígito adicional para representar o sinal de negativo.



O botão de seleção é um botão rotativo, de múltiplas posições, que usamos para selecionar a função que desejamos medir, e a precisão da escala de medição, e também para desligar o multímetro quando não em uso, para economizar sua bateria, que geralmente é uma bateria de 9 V.

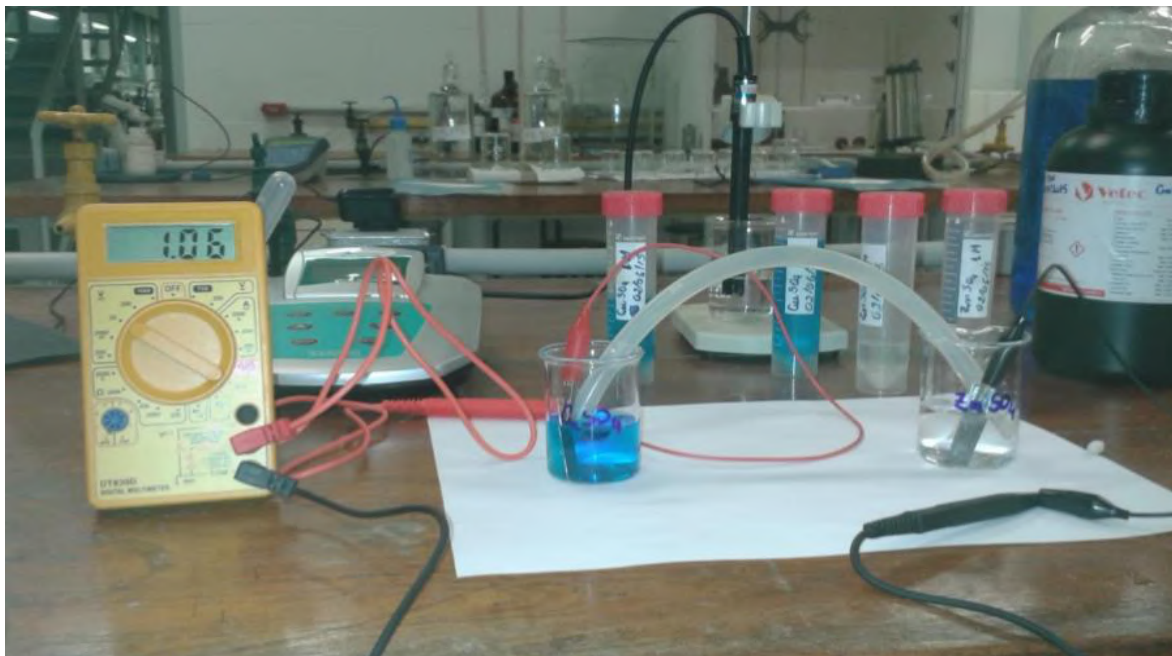


As ponteiros são conectadas em bornes específicos presentes no multímetro, sendo uma ponteira geralmente na cor vermelha para representar a polaridade positiva, e outra ponteira na cor preta, para representar a polaridade negativa. Comumente, um multímetro possui mais de dois bornes de conexão para as ponteiros, os quais permitem a medição de outras grandezas quando as ponteiros são trocadas de conector.

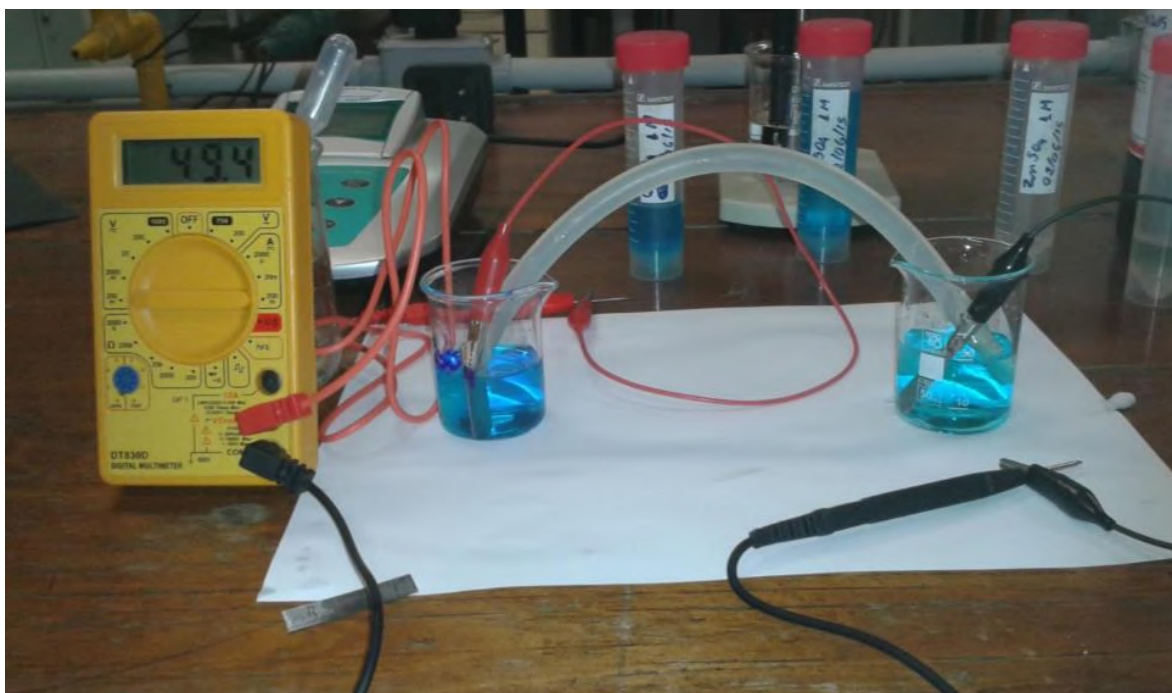
As informações completas estão no link abaixo:  
<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/curso-de-eletronica-como-usarum-multimetro/>

**15-FOTOS DOS EXPERIMENTOS**

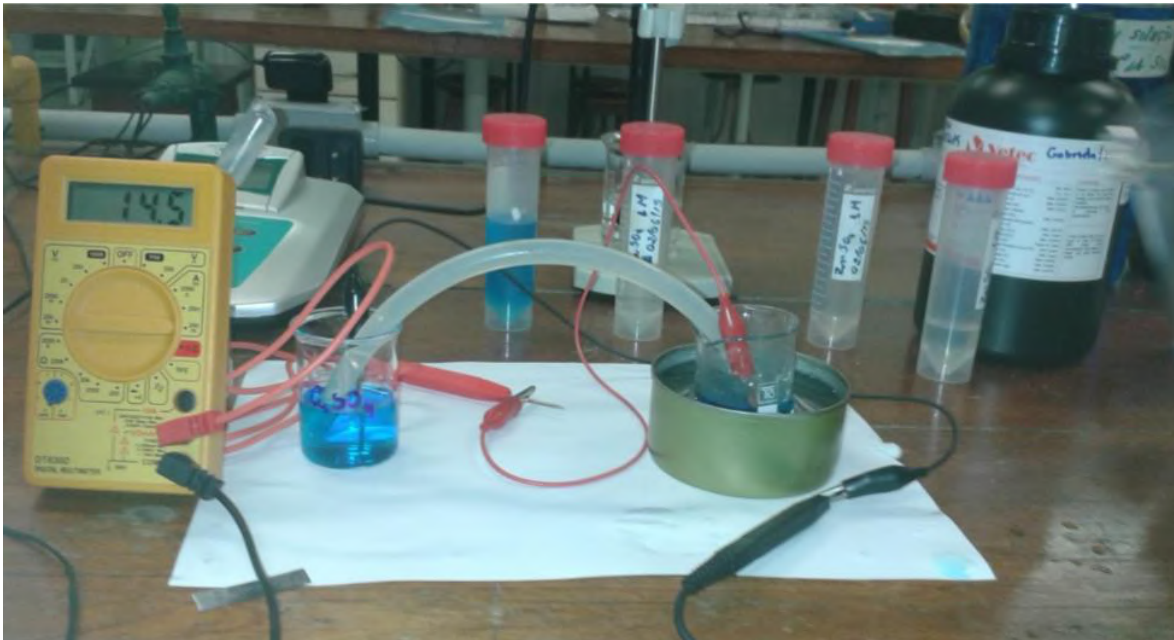
Pilha de Daniell



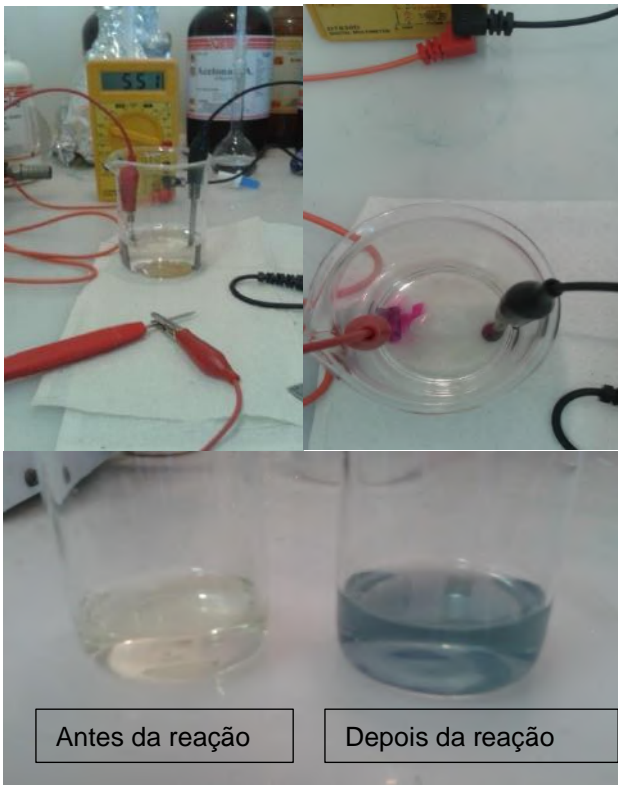
Pilha de Concentração



## Pilha de Temperatura



## Pilha de compartimento único



**REFERÊNCIAS**

- ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Cap.13
- BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química Geral**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, Vol. 2, 1996.
- FELTRE, Ricardo. Química Vol 2. São Paulo. Moderna, p 282- 332, 1988.
- HARRIS, Daniel C., Análise Química Quantitativa. 7ª ed., LTC, Rio Janeiro, p. 299-328, 2008.
- LEVINE, Ira N. **Físico-química**; tradução e revisão técnica Edmilson Clemente da Silva, Oswaldo Esteves Barcia – Rio de Janeiro: LTC, 2012. Cap.13
- RUSSELL, J. B. **Química geral**. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, Vol. 2, 1994.
- SKOOG, A. Douglas; West, M. Donald; Holler, F. James; Crouch, R. Stanley. **Fundamentos de Química Analítica**, 1ª ed, 2005.
- SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes and ANTUNES, Patrícia Alexandra. Aplicação de extratos brutos de flores de quaresmeira e azaléia e da casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. Quím. Nova [online]. 2001, vol.24, n.3, pp.408-411.  
[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0124935\\_03\\_cap\\_02.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0124935_03_cap_02.pdf) -  
acessado28/07/2016
- [http://paginapessoal.utfpr.edu.br/israel/teoria/Teoria\\_Corrosao\\_ABRACO.pdf/at\\_download/file](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/israel/teoria/Teoria_Corrosao_ABRACO.pdf/at_download/file) -  
acessado 16/07/2016