



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL



TATIANE APARECIDA SILVA ROCHA

MATERIAL DE APOIO DIDÁTICO PARA O ENSINO
DE ELETROQUÍMICA: Uma elaboração baseada nas
concepções de um grupo de futuros professores

Uberlândia - MG

2018

TATIANE APARECIDA SILVA ROCHA

MATERIAL DE APOIO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: Uma elaboração baseada nas concepções de um grupo de futuros professores

Dissertação de mestrado elaborada e apresentada para obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Alexandra Epoglou

UBERLÂNDIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R672m Rocha, Tatiane Aparecida Silva, 1990-
2018 Material de apoio didático para o ensino de eletroquímica [recurso eletrônico] : uma elaboração baseada nas concepções de um grupo de futuros professores / Tatiane Aparecida Silva Rocha. - 2018.

Orientadora: Alexandra Epoglou.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.694>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciência - Estudo ensino. I. Epoglou, Alexandra, 1972- (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

Gerlaine Araújo Silva - CRB-6/1408



Universidade Federal de Uberlândia
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Texto elaborado e apresentado à banca examinadora para obtenção do título do Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, intitulada: Material de apoio didático para o ensino de eletroquímica: Uma elaboração baseada nas concepções de um grupo de futuros professores, de autoria de Tatiane Aparecida Silva Rocha, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dra. Alexandra Epoglou
(Universidade Federal de Uberlândia - Orientadora)

Prof. Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior
(Universidade Federal de Uberlândia - Membro interno)

Prof. Dra. Elaine Kikuti
(Universidade Federal de Uberlândia - Membro interno)

Prof. Dra. Sabrina Dias Ribeiro
(Instituto Federal do Triângulo Mineiro- Membro externo)

Data da defesa: 23 de Março de 2018

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Nilton e Nizélia, ao meu irmão Tiago, obrigada por me apoiar e incentivar em mais essa etapa da minha vida. Serei eternamente grata a vocês. Minha maior riqueza Amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, por me guiar, por me dar forças nos momentos em que eu pensava em desistir e por me mostrar que a realização deste trabalho seria possível, através de uma palavra monossílaba tônica: Fé. “Ora, a fé é o firme fundamento das coisas que se esperam, e a prova das coisas que não se veem.” (Hebreus 11:1).

Porém, inúmeras pessoas contribuíram para a realização desta pesquisa, por isso, gostaria de agradecer a todos, mas em especial:

Aos meus pais Nilton e Nizélia agradeço imensamente pelo amor incondicional e por vocês me apoiarem na minha profissão e na realização deste sonho, se não fosse o carinho de vocês e a paciência, esta jornada não seria alcançada. Esta conquista também é de vocês! Agradeço todos os dias a Deus pelos pais que tenho.

Ao meu irmão Tiago, que amo infinitamente, meu grande amigo e a minha cunhada Amanda, que me acolheu em Uberlândia durante a realização das disciplinas do mestrado, agradeço muito a vocês, pois sempre estiveram ao meu lado torcendo e incentivando para a realização deste trabalho.

A todos os meus familiares pelas suas orações, torcidas e carinho, saibam que sem o apoio de vocês este sonho não seria possível. Em especial aos meus avós Maria Eunice e Valdemar e os meus primos Adam e Natalino Júnior, que não estão mais aqui para ver a realização deste sonho.

Agradeço a Deus, por ter colocado durante a realização deste sonho, uma amiga, conselheira, “mãezona”, uma pessoa admirável, a minha orientadora, professora Alexandra Epoglou, que não mediu esforços para a realização deste trabalho e acreditou no mesmo, o meu muito obrigada pelas suas contribuições, incentivo e também pela sua paciência, pois “No final tudo vai dar certo”.

A todos os meus amigos e amigas que torceram por esta conquista, em especial a Natália, Ana Paula, Cinara, Anny, Sandra, Rita de Cássia, Lidiane, Patrícia, Jéssica, Bruna, Simara e ao Grupo “Plenamente Feliz”, as palavras de incentivo e os abraços amigos foram fundamentais, vocês moram no meu coração.

Ao professor Dr. José Gonçalves minha eterna admiração, pelas suas inúmeras contribuições durante a minha formação e por incentivar o meu amor pela docência.

À escola onde foi realizada a aplicação da sequência didática, à professora que aceitou participar da mesma, aos alunos, aos pais e aos licenciandos e licenciados em Química que

participaram do curso “Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica”, saibam que sem vocês seria impossível realizar esta dissertação.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de realização do mestrado profissional, e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pelos ensinamentos e orientações para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, obrigada por terem aceitado o convite e pelas contribuições.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste sonho, o meu Muito Obrigada!!

"Tão importante quanto o que se ensina e se aprende é como se ensina e como se aprende".
(César Coll)

RESUMO

As reações de oxirredução estão bastante presentes em nossas vidas, como na fotossíntese, no escurecimento das frutas, no funcionamento de pilhas e baterias, entre outros fenômenos. No entanto, algumas pesquisas mostram que os estudantes da educação básica e do ensino superior, bem como os professores de química do nível médio, apresentam concepções alternativas em relação ao conteúdo de Eletroquímica. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar as concepções de um grupo formado por licenciandos e licenciados que participaram de um curso de extensão sobre este conteúdo. Participaram da pesquisa 5 licenciandos e licenciados em química que já haviam cursado a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica ou estavam cursando naquele período. Foram realizados seis encontros, contabilizando uma carga horária total de 40 horas, divididas em momentos presenciais e atividades complementares. Os dados foram coletados por meio de áudios, questionários e atividades elaboradas durante os encontros. Os resultados foram analisados e agrupados em seis categorias, permitindo assim, discutir melhor as concepções dos sujeitos. Para a realização da investigação, fundamentou-se em alguns documentos oficiais, livros didáticos do ensino superior e médio e em pesquisas sobre o ensino de Eletroquímica. Os participantes do grupo apresentaram dificuldades relacionadas à identificação do cátodo e do ânodo e em escrever as semirreações anódica e catódica. Devido às dificuldades apresentadas pelos cursistas, optou-se por elaborar um material de apoio didático para os (futuros) professores da Educação Básica (produto educacional), buscando oferecer novas abordagens acerca de alguns tópicos relacionados ao conteúdo de reações de oxirredução com enfoque em processos eletroquímicos, possibilitando um estudo sucinto sobre o assunto.

Palavras chaves: Formação continuada, Concepções, Eletroquímica, Material de apoio.

ABSTRACT

The oxidation reactions are very present in our lives, as in photosynthesis, the fruits' ripening, batteries' functioning, as on other phenomena. However, some researches show that students of elementary and high school, and college, well as the chemistry teachers of high school, present alternative conceptions related to the content of Electrochemistry. In this context, this labor's goal is analyse a group composed by graduating and graduated that participated a extension course about electrochemistry content's. Participated in the research, 5 graduated on chemistry that already had coursed the subject of Physicochemical of Solutions and Electrochemistry. Was accomplished six meeting, accounting a total workload of 40 hours, divided in presential moments and additional activities. The data was gathered by means of áudios, questionnaires and elaborated activities during the meetings. The results was analysed ant grouped on six categorys, allowing then, discuss better the answers. For the fulfillment of the investigation, was obtained by some official documents, didactic book of college and highs school, and in articles. The participants of the group presented deficulties related to the recognition of the cathod and anod, and write the anodic and cathodic semi-reactions. Because to dificulties presented by the participants, it was decided by elaboration of a didactical support material from teathers or future teachers of Elementary, High and Higher School (educational product), seeking for offer new aproaches surrounding some topics related to the contents of oxidation reactions focusing in electrochemical processes, making possible a succinct study about the subject.

Key words: Continuing education, Conceptions, Electrochemistry, Support material.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1- Representação esquemática para uma pilha de Daniel	26
Figura 2- Representação submicroscópica das reações nos eletrodos de zinco e cobre.....	27
Figura 3- Representação da pilha de Daniell após algum tempo de funcionamento	27
Figura 4- Representação de uma célula galvânica pela L3 em sua resposta	56
Figura 5- Pilha de concentração	67
Figura 6- Resposta da questão 1 da avaliação pela L2	71
Figura 7- Futuros professores realizando a prática “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”	81
Figura 8: O cloroplasto e suas estruturas	120
Figura 9: Resumo da fotossíntese. (a) fase clara (reações de luz); (b) fase escura ou fixação de CO ₂	121
Figura 10: Equações da reação química do bafômetro portátil	122
Figura 11: Fórmula estrutural da vitamina C	123
Figura 12: Reprodução do desenho das pilhas anexo à carta de Alessandro Volta a sir Joseph Banks publicada nas Philosophical Transactions, of the Royal Society of London, de setembro de 1800	128
Figura 13: Uma cela galvânica. A semicela da esquerda usa placa de platina como um eletrodo sensor inerte	131
Figura 14: Representação esquemática para uma pilha de Daniel	133
Figura 15: Não há oxidação	133
Figura 16: Há oxidação	133
Figura 17: Eletrodo de zinco, com o circuito já fechado	134
Figura 18: Não há redução	134
Figura 19: Há redução	134
Figura 20: Eletrodo de cobre, com o circuito já fechado	135
Figura 21: Circuito aberto	135
Figura 22: Circuito fechado	136
Figura 23: Uma célula de concentração de íons prata	138
Gráfico 1- Atividade relacionada à ordem de prioridade de tópicos em eletroquímica	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Síntese das pesquisas encontradas relacionados às concepções dos professores da educação básica em relação aos processos eletroquímicos	30
Quadro 2- Síntese das pesquisas sobre concepções apresentadas por estudantes da educação básica e do ensino superior em relação às reações de oxirredução com enfoque em eletroquímica. (Nacionais)	32
Quadro 3- Síntese das pesquisas sobre concepções apresentadas por estudantes da educação básica e do ensino superior em relação às reações de oxirredução com enfoque em eletroquímica. (Internacionais)	33
Quadro 4: Síntese da caracterização dos sujeitos participantes do curso	50
Quadro 5 - Síntese dos encontros realizados no curso	50
Quadro 6- Evidências observadas durante a prática Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio	81

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CBC – Conteúdo Básico Comum

ENADE – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FACIP – Faculdade de Ciências Integradas do Pontal

OCN – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PPGECM/UFU - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática–
Mestrado Profissional

PROEX/UFU – Pró-reitora de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis / Universidade Federal de Uberlândia

SDP – Sequência Didática Piloto

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.2 OBJETIVOS	22
<i>1.2.1 Objetivo geral</i>	<i>22</i>
<i>1.2.2 Objetivos específicos</i>	<i>22</i>
1.3 JUSTIFICATIVA	22
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	23
2 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA	25
2.1 AS REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO COM ENFOQUE EM ELETROQUÍMICA	25
2.2 ELETROQUÍMICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	28
<i>2.2.1 Formação continuada de professores</i>	<i>28</i>
<i>2.2.2 Concepções dos professores da educação básica sobre processos eletroquímicos</i>	<i>30</i>
2.3 CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE CONCEITOS DA ELETROQUÍMICA	32
2.4 PROPOSTAS METODOLÓGICAS	37
<i>2.4.1 Reações de oxirredução.....</i>	<i>37</i>
<i>2.4.2 Corrosão</i>	<i>39</i>
<i>2.4.3 Células galvânicas e eletrolíticas.....</i>	<i>40</i>
<i>2.4.4 A relação entre eletroquímica e cinética química.....</i>	<i>41</i>
<i>2.4.5 Outras propostas</i>	<i>42</i>
3 METODOLOGIA.....	44
3.1 CURSO DE EXTENSÃO.....	44
<i>3.1.1 Elaboração do curso</i>	<i>44</i>
3.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA COLETA DE DADOS.....	45
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS PARTICIPANTES DO CURSO	47
3.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CURSO.....	50

3.3 PRODUTO FINAL	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1 TÓPICOS A SEREM ABORDADOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA	54
4.2 O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS E NOS LIVROS DIDÁTICOS	62
4.3 DIFICULDADES CONCEITUAIS DOS FUTUROS PROFESSORES EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA	66
<i>4.3.1 Experiência “vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”</i>	70
<i>4.3.2 Avaliação</i>	71
4.4 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	80
<i>4.4.1 Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio</i>	81
<i>4.4.2 Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?</i>	86
4.5 PROPOSTAS METODOLÓGICAS	88
<i>4.5.1 Substituição da experiência “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”</i>	88
<i>4.5.2 Metodologias para abordar o conteúdo de Eletroquímica</i>	89
<i>4.5.3 Plano de aula</i>	90
4.6 AVALIAÇÃO DO CURSO	92
<i>4.6.1 Opinião dos futuros professores</i>	92
<i>4.6.2 Opinião da pesquisadora</i>	98
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
6 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL	104
7 REFERÊNCIAS	141
APÊNDICE 1 - CONVITE POSTADO NA REDE SOCIAL (FACEBOOK) SOBRE O CURSO “REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA”	146
APÊNDICE 2 - ATIVIDADE 1.1 EXTRACLASSE DO CURSO	147
APÊNDICE 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	148

APÊNDICE 4 - CONHECENDO O PERFIL DOS SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	150
APÊNDICE 5 - PLANO DO CURSO: REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA: 1º ENCONTRO	152
APÊNDICE 6 - PLANO DO CURSO: REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA: 2º ENCONTRO	165
APÊNDICE 7 - PLANO DO CURSO: REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA: 3º ENCONTRO	176
APÊNDICE 8 - PLANO DO CURSO: REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA: 4º ENCONTRO	185
APÊNDICE 9 - PLANO DO CURSO: REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA: 5º ENCONTRO	201
APÊNDICE 10 - PLANO DO CURSO: REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA: 6º ENCONTRO	207
APÊNDICE 11 - PLANO DE AULA ELABORADO PELOS FUTUROS PROFESSORES EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA	220

1. INTRODUÇÃO

O interesse pelo conteúdo de Eletroquímica surgiu através de três momentos vivenciados durante a minha graduação e atuação profissional. O primeiro motivo ocorreu durante a realização de uma das atividades obrigatórias para o curso de Licenciatura em Química, o Estágio Supervisionado. Já a segunda motivação ocorreu através da minha experiência como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)¹. E por último, como Professora de Química na Educação Básica. Vivenciar estas experiências me fez refletir a respeito de alguns aspectos em relação a este conteúdo.

Durante minha graduação em Licenciatura em Química, cursei o Estágio Supervisionado III, que consiste na observação de aula e posteriormente a regência, além de outras atividades correlatas. Na observação de aula, tive a oportunidade de acompanhar o trabalho de um docente, ao ministrar o conteúdo de Eletroquímica em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública.

Durante este acompanhamento, observei que muitos alunos apresentavam dificuldades, tais como: i) compreensão do conceito de oxirredução; ii) diferenciação entre ânodo e cátodo e iii) entendimento da função da ponte salina em uma pilha. Em uma destas observações, um aluno mencionou que achava confuso o conceito de oxirredução, destacando que “o termo redução deveria ser a perda e não o ganho”. Naquele momento, o estudante ainda acrescentou que “na química tudo é ao contrário”.

No período em que eu estava acompanhando as aulas, não observei nenhum outro tipo de recurso metodológico, além do quadro e do giz. O conteúdo era ministrado de forma descontextualizada, as questões tecnológicas e ambientais não estavam presentes na sequência didática do docente. Assim, observava que os alunos não entendiam o porquê aquele conteúdo estava sendo estudado e, da forma como estava sendo ministrado, o assunto era “apenas exposto”. Todavia, a partir dos estudos realizados na graduação, discutíamos que a utilização de outras metodologias e abordagens poderia auxiliar na compreensão do conteúdo por parte dos discentes.

¹PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica. O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino. Os projetos devem promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas desde o início da sua formação acadêmica para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola. Disponível em: < <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid> > Acesso em Janeiro de 2018.

Como bolsista do PIBID, também tive a oportunidade de acompanhar o trabalho de uma docente, ao desenvolver este conteúdo em uma turma de 2º ano do Ensino Médio. Neste caso, a mesma abordou o assunto por meio da apresentação de seminários, onde a classe foi dividida em grupos e, por meio de um sorteio, cada grupo ficou responsável por apresentar e explicar um subtópico do conteúdo para os demais colegas. A ideia da professora era de que os alunos iriam estudar todo o conteúdo relativo a eletroquímica para ter condições de explicar sua parte.

Porém, durante o desenvolvimento do trabalho pelos estudantes, a docente não ofereceu nenhum auxílio, ou seja, deixou os alunos livres para, sem sua orientação, buscarem informações e compreenderem os conceitos envolvidos. Notei, por meio das apresentações, que os alunos estavam inseguros e que cada integrante do grupo memorizou uma parte da explicação. Eles não evidenciavam saber o porquê de estudar o conteúdo de Eletroquímica, nem demonstravam ter compreendido os conceitos básicos.

Com base nessa vivência, foi possível verificar, mais uma vez, que não ocorreu a aprendizagem do conteúdo pelos estudantes, já que, sem o auxílio da professora, explicando, discutindo, apresentando exemplos ou realizando experimentos, o conteúdo tornou-se ainda mais complicado de ser compreendido. Além disso, observei que a docente optou por essa metodologia em função de suas próprias dificuldades sobre o conteúdo.

Refletindo sobre meu contato com este conteúdo durante o Ensino Médio, lembro que o mesmo não foi ministrado pela professora da classe. Entretanto, tive a oportunidade de estudar este assunto em um “Aprofundamento de estudo”, o qual era oferecido em horário extra turno pela própria escola, porém nem todos os alunos frequentavam. Este aprofundamento tinha como objetivo revisar conteúdos já ministrados e explicar conteúdos não vistos. Quando o conteúdo de Eletroquímica foi ministrado pelo docente, no aprofundamento, parecia que o foco era apenas dar uma noção geral para os estudantes, visto que as aulas eram apenas expositivas e os conceitos ministrados de forma superficial. Eu, por exemplo, não compreendia os conceitos, apenas memorizava. Além do mais, nenhuma curiosidade sobre este tema foi abordada, questões tecnológicas ou ambientais não foram discutidas e nenhuma atividade experimental foi realizada.

Por outro lado, as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) sugerem que o processo de ensino-aprendizagem em Química deve acontecer de forma contextualizada, fazendo uma ligação entre o ensino e os acontecimentos do cotidiano do aluno para que este possa perceber a importância da Química em nossa sociedade e, a

partir desses conhecimentos, tenha condições de intervir na sua própria realidade, enquanto cidadão participativo (BRASIL, 2000).

Tendo como base as experiências vivenciadas acima, relatei esses fatos para um grupo de amigas do curso de licenciatura em química, e uma delas comentou que também não se sentia preparada para ministrar este conteúdo na Educação Básica, mesmo já tendo cursado a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica, na qual os conceitos são estudados de forma mais aprofundada, permitindo realizar cálculos específicos e prever comportamentos eletroquímicos de determinadas interações.

Diante dessa situação, decidi desenvolver uma pesquisa com licenciandos em Química, a fim de verificar como os mesmos estudaram o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica e no Ensino Superior. Além de buscar entender seus conhecimentos e os anseios dos licenciandos, sobre este assunto, quando fossem exercer a carreira docente.

A pesquisa foi realizada com 17 bolsistas do PIBID do curso licenciatura em química. A escolha dos sujeitos da pesquisa se deu pelo fato de a maioria dos bolsistas estarem cursando diferentes períodos do curso. Além disso, os participantes deste programa participam de inúmeras atividades que contribuem para a formação docente dos mesmos, inclusive relativas aos conteúdos específicos da Química.

Com base na análise dos resultados verifiquei que:

[...] pouco mais da metade dos licenciandos viram este conteúdo em seu ensino médio, e que este foi abordado de maneira superficial, na forma de pesquisas ou com metodologias pouco atrativas e efetivas. Além disso, verificou-se que são poucos os momentos no curso de graduação em química onde é abordado o conteúdo de eletrólise, enfatiza-se mais aspectos relacionados à Eletroquímica. [...] Por isso, a maioria dos licenciandos (82%) afirmou que não estão preparados para trabalhar este assunto quando forem exercer a docência [...] os discentes acham muito complexos e de difícil entendimento os conceitos, por isso não se sentem seguros para ensinar o conteúdo. (ROCHA; TEIXEIRA JÚNIOR, 2013, p. 5-6).

Ao realizar esta pesquisa, eu ainda não havia cursado a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica, visto que a mesma foi cursada no último semestre do curso, juntamente com a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Como as minhas inquietações em relação a este conteúdo não pararam, pelo contrário, só aumentavam, decidi elaborar o meu TCC relacionado ao conteúdo de Eletroquímica.

Dessa forma, planejei e executei uma análise documental, sendo esta dividida em três etapas: I- Análise documental do Planejamento Anual de Química do 2º ano do Ensino Médio e da ementa das disciplinas de Físico-Química oferecidas ao meu curso de graduação; II- Análise documental de dois livros didáticos do Ensino Médio e dois do Ensino Superior e III-

Análise documental das avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)² e do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE)³.

Diante dos resultados obtidos, notei que alguns aspectos em relação a este conteúdo precisavam ser repensados tanto no Ensino Médio quanto no Superior. Por exemplo, no Planejamento Anual de Química do Ensino Médio, que continha o conteúdo em questão, os tópicos a serem ministrados correspondiam à “cópia na íntegra” do sumário de um dos livros didáticos analisados da Educação Básica, sugerindo que pouco se discute sobre a adequação desse conteúdo para as diferentes necessidades formativas de cada grupo de alunos.

Além disso, mesmo com a realização da disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica e a elaboração do meu TCC, eu apresentava algumas dúvidas em relação ao conteúdo e, também, não me sentia segura para ministrá-lo na Educação Básica, pois considerava um conteúdo muito complexo e de difícil entendimento, uma vez que envolve modelos submicroscópicos.

Ao concluir a graduação em outubro de 2013, comecei a lecionar no ano seguinte como professora de Química na Educação Básica em uma escola pública do Triângulo Mineiro, foi quando as minhas inquietações e reflexões sobre este conteúdo aumentaram. Ministrava aula para turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio e inseri o conteúdo de Eletroquímica no planejamento anual do 2º ano. Ao iniciar a elaboração da sequência didática, me surge a seguinte pergunta: *Como trabalhar este conteúdo na Educação Básica?* Já que, durante a elaboração do meu TCC, observei algumas falhas no Planejamento Anual e na sequência didática do docente que ministrava este conteúdo.

Mesmo com a dúvida apresentada acima, elaborei e apliquei uma sequência didática. Percebi que a sequência didática elaborada não foi muito atrativa, pois foram poucos os momentos em que consegui relacionar o conteúdo com fatos do cotidiano. Além disso, as atividades experimentais foram realizadas de forma demonstrativa, utilizando vídeos

² ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) foi criado em 1998 e tem o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica. Este exame é utilizado como critério de seleção para os estudantes que pretendem concorrer a uma bolsa no Programa Universidade para Todos (ProUni). Além disso, cerca de 500 universidades já usam o resultado do exame como critério de seleção para o ingresso no ensino superior, seja complementando ou substituindo o vestibular. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/enem-sp-2094708791>>. Acesso em janeiro de 2018.

³ Enade (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes) avalia o rendimento dos alunos dos cursos de graduação, ingressantes e concluintes, em relação aos conteúdos programáticos dos cursos em que estão matriculados. O exame é obrigatório para os alunos selecionados e condição indispensável para a emissão do histórico escolar. A primeira aplicação ocorreu em 2004 e a periodicidade máxima da avaliação é trienal para cada área do conhecimento. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/enade>>. Acesso em janeiro de 2018.

disponíveis na internet, um do canal PontoCiência⁴ e os outros dois publicados por Ricardo Lima, todos disponíveis na plataforma de vídeos Youtube⁵.

A parte de Reações de Oxirredução (Nox) foi ministrada utilizando como recurso metodológico quadro e giz e, tendo como base para a elaboração da mesma, o material didático dos autores Peruzzo e Canto⁶. Já a parte do conteúdo de Eletroquímica foi elaborada com base no livro da autora Martha Reis⁷. Os recursos utilizados foram o Power-Point e experiências demonstrativas com a utilização dos vídeos citados. A escolha dos livros didáticos deveu-se ao fato do primeiro ter sido escolhido, em 2012, pelos professores da escola para ser utilizado durante três anos com base no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD⁸), já o segundo pela sua linguagem e apresentação do conteúdo e por abordar textos relacionados à questão ambiental.

Nessa sequência, foram utilizadas em torno de 6 aulas para trabalhar o tópico de Balanceamento de Oxirredução e foi verificado que poucos alunos realmente compreenderam o assunto. Já a parte envolvendo a questão ambiental foi desenvolvida por meio de um trabalho, e foi observada a curiosidade e o empenho de alguns alunos.

Entretanto, ao avaliar a execução dessa sequência, notei que os alunos não haviam compreendido muito bem o conteúdo. Por exemplo, durante a explicação da pilha de Daniell, observei que os alunos apresentavam dificuldade em entender que a concentração de íons Zn^{2+} presentes na solução de $ZnSO_4$ (sulfato de zinco) aumentava e que a concentração de íons Cu^{2+} na solução de $CuSO_4$ (sulfato de cobre) diminuía. Além da dificuldade, por parte de alguns alunos, em entender os termos como cátodo e ânodo.

Deste modo, contrariando minhas expectativas, eu me sentia frustrada, notava que os discentes apresentavam várias dificuldades e que as metodologias utilizadas não foram atrativas, muito menos suficientes para garantir um ensino melhor do que eu havia

⁴ PontoCiência é uma iniciativa pioneira na criação de uma comunidade virtual de professores, alunos e entusiastas da ciência. Neste portal são encontradas instruções passo-a-passo, com fotos e vídeos, de experimentos de Química, Física e Biologia. A ciência por trás dos fenômenos é explicada em uma linguagem simples e com grande cuidado e precisão nas informações fornecidas. O portal é um ponto de encontro onde pessoas podem discutir a criação e utilização de experimentos no ensino e na divulgação da ciência. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/sobre>> Acesso em janeiro de 2018. O link do vídeo utilizado na aula, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8Qxu__Pq8Ms> Acesso em janeiro de 2018.

⁵ YouTube é uma plataforma da internet onde podem ser hospedados vídeos com diferentes conteúdos. Vídeos utilizados, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=AxUdfjGZOUc>> <<https://www.youtube.com/watch?v=TIIPqnibpQY>> Acesso em janeiro de 2018.

⁶ PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006, v. 2.

⁷ FONSECA, M. R. M. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v. 2.

⁸ O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é o mais antigo dos programas voltados à distribuição de obras didáticas aos estudantes da rede pública de ensino brasileira e iniciou-se, com outra denominação, em 1937. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/escolha-pnld-2018>> Acesso em Setembro de 2017.

presenciado nas minhas vivências anteriores. Tendo em vista os resultados obtidos, eu deveria repensar as estratégias para minimizar todos os pontos falhos constatados até então.

Não obstante, em 2015, ingressei no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM/UFU) – Mestrado Profissional, e, como eu ainda apresentava algumas indagações em relação ao conteúdo em questão, conclui que este era o momento de repensar a maneira de como eu poderia lecionar eletroquímica na Educação Básica.

Entretanto, ao ingressar no PPGECM/UFU e cursar uma disciplina no primeiro semestre intitulada: “O Ensino de Conceitos Químicos”, observei que, inclusive em outras localidades e realidades diferentes das que tive contato, o conteúdo de Eletroquímica é de difícil compreensão, não só para os estudantes da Educação Básica, mas também para alguns professores de Ensino Médio, assim como para os licenciandos.

Nesta disciplina, sempre era realizada a discussão de algum conteúdo químico, bem como a ideia de explicar o mesmo com base no nível submicroscópico. Assim, em uma das aulas, foi realizada uma discussão sobre o conteúdo de Eletroquímica, tendo como base algumas questões presentes na dissertação de Bragança (2013). Naquela oportunidade, notei que alguns mestrandos apresentaram dificuldades em responder as questões propostas. Nesse sentido, inferi que uma quantidade significativa dos professores pode sentir dificuldades em relação a este conteúdo.

Diante dos fatos relatados anteriormente em relação ao conteúdo de Eletroquímica, surgiu-me o interesse em elaborar e aplicar uma nova sequência didática para alunos do Ensino Médio e, posteriormente, socializar os resultados obtidos por meio de uma análise crítica da mesma em um grupo de licenciandos e licenciados em Química, a fim de selecionar outras estratégias de ensino. Além disso, o meu projeto pretendia identificar como esses últimos sujeitos compreendem o conteúdo, suas dificuldades e anseios para ministrar esse assunto, buscando, assim, maneiras de contribuir para a formação docente de todos os envolvidos, principalmente a minha.

Dessa forma, esperava que, com o desenvolvimento da pesquisa, fosse possível responder à seguinte pergunta: *Quais as contribuições, para o desenvolvimento profissional docente, de um curso de extensão baseado na elaboração de materiais didáticos para as aulas de eletroquímica?*

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *Objetivo geral*

Analisar as concepções de um grupo formado por licenciandos e licenciados de uma Universidade Federal localizada no Triângulo Mineiro que participaram de um curso de extensão sobre o conteúdo de Eletroquímica, bem como elaborar um produto educacional que possa ser utilizado como material didático de apoio por professores de Química.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Identificar as principais dificuldades apresentadas por estudantes e professores acerca dos conteúdos de Eletroquímica.
- Catalogar propostas metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos de Eletroquímica disponíveis na literatura.
- Elaborar, ministrar e analisar um curso de extensão sobre Eletroquímica para licenciandos e licenciados em química, a fim de obter novas perspectivas sobre o desenvolvimento desse assunto.
- Elaborar um material didático de apoio (produto educacional) para ser utilizado por licenciandos e licenciados para estudar ou preparar suas aulas em relação ao conteúdo em questão.

1.3 JUSTIFICATIVA

A Eletroquímica permite compreender e prever o comportamento de diversos materiais em que ocorrem as reações de oxirredução, ou seja, que ocorrem por meio da transferência de elétrons. Como exemplos mais comuns podemos citar: i) as pilhas, presentes em aparelhos eletrônicos; ii) os processos de eletrodeposição, utilizados para modificar a superfície de diferentes materiais e iii) a corrosão metálica, que afeta estruturas e equipamentos. Tendo em vista a variedade de aplicações e a importância tecnológica, econômica e ambiental, configura-se como um conhecimento importante para a formação de cidadãos participativos na sociedade atual. (BOCANEGRA, 2010; FONSECA, 2016).

Contudo, de acordo com Sanjuan e colaboradores (2009, p. 191), o conteúdo de Eletroquímica é considerado difícil e complexo para alguns professores, deste modo, eles deixam o conteúdo em questão para o “último semestre, sabendo de antemão que não terão tempo hábil de executá-lo e que, desse modo, livram-se do problema”. Estes mesmos autores destacam que um dos motivos é decorrente das lacunas nos cursos de formação.

Ainda em relação a este conteúdo, foi verificado, nos trabalhos realizados por Caramel e Pacca (2011) e Velleca e colaboradores (2005), que os estudantes apresentam várias dificuldades, como por exemplo, em determinar o eletrodo positivo e o negativo, diferenciar ânodo e cátodo, bem como, identificar a função da ponte salina.

Diante desse panorama, elaboramos e ministramos um curso de extensão para discutir o conteúdo de Eletroquímica, abordando os seguintes tópicos: i) Apresentação dos resultados alcançados com a aplicação de uma sequência didática para três turmas de 2º ano do Ensino Médio; ii) Principais dificuldades conceituais relacionadas aos conteúdos da Eletroquímica; iii) Apresentação de algumas metodologias disponíveis na literatura; iv) Análise do livro didático de Química com base nos documentos oficiais; v) Discussão de alguns conceitos básicos sobre o assunto em questão e vi) Elaboração de estratégias para o desenvolvimento dos conceitos presentes na Eletroquímica.

Além das informações coletadas para a elaboração do curso de extensão, foram levantadas concepções e propostas, entre os participantes. Assim, de posse desse conjunto de dados, foi elaborado um material didático de apoio que possa ser utilizado por licenciandos ou professores de Química para estudar ou preparar suas aulas, contribuindo com sua formação profissional (produto educacional).

Com a elaboração desse produto educacional, esperamos possibilitar a discussão e o entendimento de conceitos específicos, por meio da inclusão de atividades experimentais, questões ambientais e aplicações tecnológicas, bem como despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo e, acima de tudo, auxiliar no processo de ensino- aprendizagem.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

- **Capítulo 2**

Neste capítulo são apresentados os resultados de pesquisas relacionadas ao conteúdo de Eletroquímica que discutissem: i) propostas metodológicas; ii) concepções dos professores da educação básica em relação a esse assunto e iii) dificuldades conceituais apresentadas por discentes da educação básica e do ensino superior.

- **Capítulo 3**

O capítulo 3 apresenta o tipo de pesquisa e o caminho metodológico utilizado para coleta de dados e os critérios de análise. Bem como, um breve comentário sobre o produto educacional.

- **Capítulo 4**

Apresenta o perfil dos sujeitos de pesquisa e os resultados obtidos pela análise dos instrumentos de coleta de dados utilizados no curso de formação. Com base na análise, os resultados foram agrupados em categorias.

- **Capítulo 5**

Neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas por meio da pesquisa realizada e a importância da mesma para a formação dos sujeitos participantes.

- **Capítulo 6**

O último capítulo apresenta o produto educacional para professores e futuros docentes da Educação Básica acerca de alguns tópicos relacionados ao conteúdo de reações de oxirredução com enfoque em processos eletroquímicos.

2 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA

Realizou-se uma busca em anais de eventos, trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações e revistas nacionais e internacionais, com o intuito de identificar pesquisas relacionadas às temáticas Eletroquímica e Formação de Professores.

De um modo geral, buscou-se identificar pesquisas que discutissem propostas metodológicas, concepções dos professores da educação básica em relação a este assunto e dificuldades conceituais apresentadas por discentes da educação básica e ensino superior.

Para uma melhor explanação das publicações selecionadas, este capítulo foi dividido em seções, sendo as mesmas apresentadas a seguir:

2.1 As Reações de Oxirredução com enfoque em Eletroquímica

As reações de oxirredução estão presentes em fenômenos bastante presentes em nossas vidas, “a combustão, a corrosão, a fotossíntese, o funcionamento de pilhas e baterias, os processos metabólicos, a conservação de alimentos e a revelação de fotografias” são exemplos desse tipo de reação. (FONSECA, 2016, p. 278).

Esse tipo de reação envolve a transferência de elétrons de uma espécie para outra, ocorrendo, respectivamente, perda e ganho de elétrons, resultando em uma mudança no estado de oxidação das espécies envolvidas. O processo de redução ocorrerá simultaneamente ao de oxidação, pois os elétrons recebidos pela espécie que se reduz serão cedidos pela espécie que sofre oxidação. (SARTORI, BATISTA, FATIBELLO-FILHO, 2008).

Tais reações podem acontecer espontaneamente, quando as espécies mudam de estado de oxidação, gerando corrente elétrica (cela ou célula galvânica), mas também podem não ser espontâneas (cela ou célula eletrolítica).

No final de 1799, Alessandro Volta concluiu seu trabalho sobre o que ele chamou de “órgão elétrico artificial”, conhecido atualmente como pilha elétrica. O “órgão elétrico artificial” foi o resultado de uma controvérsia entre Volta e Luigi Galvani. (CHAGAS, 2000).

Em torno de 1780, Galvani descobriu “que quando se tocava uma extremidade de um músculo, dissecado da perna de uma rã, com um metal e a outra extremidade com outro metal diferente, ao se pôr em contato dos dois metais, o músculo se contraía”. (CHAGAS, 2000, p. 427). Deste modo, Galvani elaborou a seguinte conclusão: a eletricidade detectada tinha origem animal, isto é, os músculos armazenavam eletricidade e os nervos conduziam essa eletricidade (eletricidade animal). (TOLENTINO, ROCHA-FILHO, 2000, p. 36).

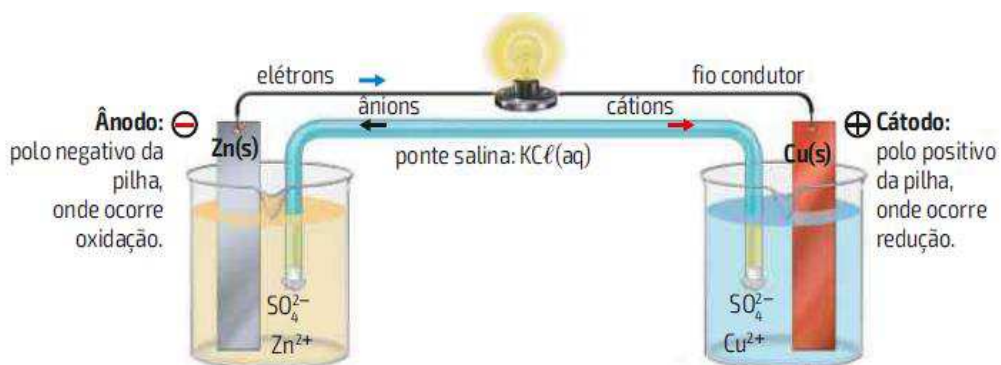
Nessa época, Volta também estava procurando apresentar uma evidência decisiva em apoio ao poder dos metais de gerar eletricidade artificial. Após muitas tentativas, surgiu a ideia de associar pares de metais sob a forma de placas sobrepostas de tal maneira que se tornassem possíveis à obtenção de uma força. Neste sentido, ele decidiu empilhar, de modo alternado (daí o nome pilha), diversos discos de dois metais diferentes, por exemplo, zinco e prata. Esses metais eram empilhados de forma alternada e entre cada disco havia um papel molhado em água, água com sal (cloreto de sódio) ou com lixívia (carbonato de potássio, principalmente). O melhor resultado foi obtido com prata e zinco, mas poderia usar outros metais como cobre, estanho ou chumbo (CHAGAS, 2000).

No ano de 1836, John Frederic Daniell um químico inglês, construiu um dispositivo que produzia energia elétrica, interligando eletrodos que eram constituídos por metais diferentes, cada um imerso em uma solução com seus próprios íons, em compartimentos separados, a qual passou a ser denominada de Pilha de Daniell. (MORTIMER, MACHADO, 2016).

A pilha de Daniell é constituída por um eletrodo de zinco metálico (Zn), mergulhado em um eletrólito, uma solução aquosa de sulfato de zinco (ZnSO_4), e outro eletrodo de cobre metálico (Cu), imerso em uma solução de sulfato de cobre (CuSO_4). Os dois eletrodos são unidos por fio metálico e as duas soluções de eletrólito são unidas por uma ponte salina, como representa a Figura 1.

A ponte salina geralmente é constituída por um tubo de vidro em U, contendo uma solução aquosa concentrada de um sal bastante solúvel, geralmente $\text{KCl}_{(\text{aq})}$, ou $\text{NH}_4\text{NO}_3_{(\text{aq})}$. As extremidades do tubo são fechadas com um material poroso, como algodão. A função da ponte salina é permitir a migração de íons, da ponte salina para as soluções de modo que a solução de cada compartimento permaneça eletricamente neutra. (FONSECA, 2016, p. 243).

Figura 1: Representação esquemática para uma pilha de Daniel.



Fonte: FONSECA (2016, p. 242).

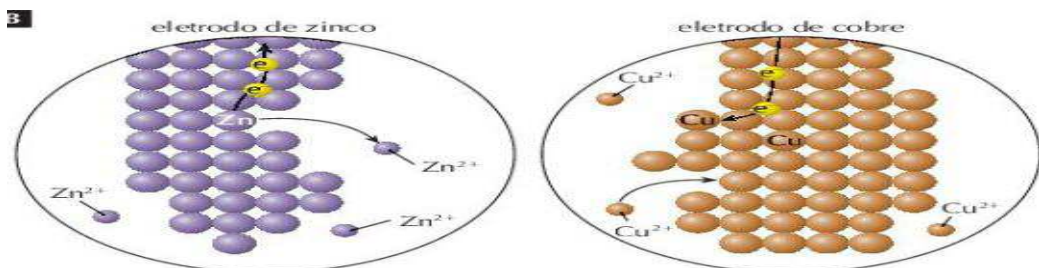
Nas soluções aquosas, como nos metais, existem cargas elétricas que podem se movimentar. Nas soluções aquosas, essas cargas são íons, enquanto nos metais são elétrons, sendo as espécies responsáveis pela condução da corrente elétrica em cada caso. (BOFF, FRISON, 1996).

As pilhas eletroquímicas, denominadas células eletroquímicas, consistem de dois eletrodos: um chamado de anodo (ou ânodo) e outro, de catodo (ou cátodo). No catodo, ocorre a redução dos cátions; no anodo, a oxidação do metal. (SANTOS, MÓL, 2016).

Deste modo, íons de Cu^{2+} presentes na solução recebem elétrons, sendo reduzidos, depositando na chapa de cobre. Assim, a massa de cobre metálico aumenta e a concentração de íons de Cu^{2+} diminui na solução. No mesmo momento, átomos de zinco (Zn) da chapa perdem elétrons, sendo oxidados, transformando em íons de Zn^{2+} , com isso diminui a massa da placa de zinco e a concentração de íons Zn^{2+} aumenta. (SANTOS; MÓL, 2016, p. 206).

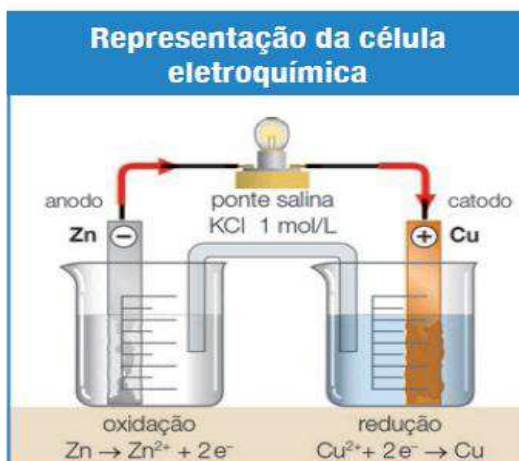
As figuras a seguir representam o nível submicroscópico em cada eletrodo (Figura 2) e a pilha de Daniell, após um tempo de funcionamento (Figura 3).

Figura 2: Representação submicroscópica das reações nos eletrodos de zinco e cobre



Fonte: Ciscato e colaboradores (2016, p. 137).

Figura 3: Representação da pilha de Daniell após algum tempo de funcionamento.



J. Vujlić

▲ Em uma **célula eletroquímica**, ocorrem reações de oxirredução, ou seja, as chamadas semirreações ou semicelas, compostas por uma placa do metal mergulhada em sua solução. Na semicela de zinco, há a oxidação do Zn, e na semicela de cobre, ocorre a redução dos íons Cu^{2+} . Excesso de cargas negativas dos ânions SO_4^{2-} , da semicela da direita, migram pela ponte salina para a semicela da esquerda, em que há excesso de cátions Zn^{2+} . Esse movimento de cargas pela ponte salina fecha o circuito elétrico.

Fonte: Santos e Mól (2016, p. 207).

No mercado atual, há uma grande variedade de pilhas e baterias comercializadas. De acordo com Bocchi, Ferracin e Biaggio (2000), as principais baterias primárias comercializadas são: pilha de zinco/dióxido de manganês – Leclanché; pilha de zinco/dióxido de manganês – alcalina e pilha de lítio/dióxido de manganês, já as secundárias: bateria chumbo/óxido de chumbo – chumbo/ácido; bateria cádmio/óxido de níquel – níquel/cádmio e bateria de íons lítio que dominam o mercado nacional.

Por outro lado, a eletrólise é um processo não espontâneo de descarga de íons, através de energia elétrica, o cátion recebe elétrons e o ânion doa elétrons para que ambos fiquem com energia química acumulada (FONSECA, 2016). Para ocorrer o processo de eletrólise, é necessário que haja íons livres no sistema, o mesmo pode ocorrer de duas maneiras: pela fusão (passagem para a fase líquida) de uma substância iônica ou pela dissociação ou ionização de certas substâncias em meio aquoso.

A eletrólise permite obter uma série de substâncias “que não são encontradas na natureza, como cloro_(g), iodo, alumínio metálico, soda cáustica e outras, utilizadas como matéria-prima em vários ramos da indústria, de medicamentos a alimentos, de produtos têxteis a derivados de petróleo”. (FONSECA, 2016, p. 265).

2.2 Eletroquímica na formação de professores

2.2.1 Formação continuada de professores

Constantemente no âmbito educacional, inúmeras discussões vêm ocorrendo com relação à formação inicial e continuada dos professores. No que se refere à formação continuada, Silva e Barboza (2007, p. 28) destacam que esse tipo de “formação é fundamental para que as lacunas da formação inicial e os problemas pertinentes à sala de aula sejam superados”. Para Sanjuan e colaboradores (2009, p.191), as lacunas que ficam durante a formação docente geram insegurança no professor que o impede de tentar novos métodos e abordagens.

Neste sentido, diversas instituições de ensino de nível superior, muitas vezes em parceria com a secretária de educação, oferecem cursos de formação continuada para professores de química, com o intuito de discutir a atuação docente em sala de aula, seus anseios, conteúdos químicos e propostas metodológicas, visando uma melhoria na prática pedagógica dos professores, como exemplos, podemos citar: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); Universidade

Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo programa de Formação Continuada de Professores de Química e Ciências (FOCO); Universidade Federal do Paraná (UFPR) por meio do Núcleo de Educação em Química (EDUQUIM); Universidade de São Paulo (USP), com o Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ) e no Rio Grande do Sul, a Universidade Regional, UNIJUI. (SILVA; BARBOZA, 2007).

Um grupo de pesquisa formado em 2005 e coordenado por professores da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), situada em Ilhéus, discutem as dificuldades de ensino e aprendizagem de química e buscam elaborar, analisar e discutir alternativas para solucionar esses problemas. A primeira sequência didática elaborada, executada e avaliada por esse grupo foi relacionada com o tema maresia presente nessa região, discutindo uma abordagem contextualizada para a eletroquímica. Durante a elaboração dessa sequência, sempre que necessários, eram discutidos conceitos sobre eletroquímica com os professores participantes. (SANJUAN *et al.*, 2009, p. 190).

O trabalho relatado por Santos (2012) se constituiu em um curso de extensão utilizando como estratégia didática a flexquest⁹, cuja temática abordada nessa proposta foi o conteúdo de Eletroquímica. O curso contou com 13 professores, sendo um professor de Física, um de Geografia e os demais de Química. Foram formados três grupos para o desenvolvimento dessa estratégia, e os temas propostos foram: A vitamina C; O uso de pilhas de baterias; As reações de oxirredução no organismo - o uso do bafômetro e O envelhecimento da pele e os antioxidantes.

Os três grupos optaram por trabalhar com “O uso de pilhas e baterias”, um dos motivos dessa escolha, provavelmente deveu-se pela comum associação das reações de oxirredução às pilhas e baterias, já que dentre os conceitos de Eletroquímica trabalhados em sala de aula este foi o mais citado pelos cursistas e também é o mais contemplado nos livros didáticos. (SANTOS, 2012).

Lima (2004) ofereceu um curso de formação continuada para 8 professores de Química da rede pública de ensino do Estado de São Paulo. Os cursistas foram convidados a comparar atividades elaboradas dentro de uma concepção tradicional com outras de caráter investigativo relacionado ao conteúdo de Eletroquímica, a fim de apontar e analisar os objetivos de aprendizagem que poderiam ser alcançados com a realização dos experimentos,

⁹ FlexQuest, sua estrutura assemelha-se com as etapas da WebQuest (é uma ferramenta integrada à Web 2.0 que constitui uma metodologia de pesquisa orientada, voltada à utilização de recursos que podem estar totalmente ou parcialmente disponíveis na internet), tendo a incorporação dos mini-casos nos “Recursos” e os links nos “Processos”, os principais componentes são: Introdução; Orientações; Recursos; Processos; Tarefa; Avaliação e Conclusões. Referência: Vasconcelos, F. C. G.C; Leão, M. B. C. Utilização de Recursos Audiovisuais em uma estratégia Flexquest sobre Radioatividade. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(1), p. 37-58, 2012.

bem como, elaborar ou modificar atividades para o ensino, visando à aprendizagem significativa. Entretanto, foi verificado que os professores apresentavam algumas lacunas conceituais relacionadas ao conteúdo de eletroquímica.

Durante o curso, foram discutidos alguns conceitos de eletroquímica, como pilha de concentração, condutibilidade elétrica em solução, ionização e dissociação, que foram bem compreendidos pelos professores. Contudo, também se abordou resistividade, condutância, condutibilidade elétrica, polarização, descarga, dipolos, porém esses conceitos não foram compreendidos pelos cursistas, ou seja, essas dificuldades ainda persistiram (LIMA, 2004).

2.2.2 Concepções dos professores da educação básica sobre processos eletroquímicos

Foram encontradas apenas duas pesquisas especificamente relacionadas às concepções dos professores sobre o conteúdo de Eletroquímica. Uma foi publicada no ano de 2013 (dissertação) e a outra em 2016 (XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química). Vale ressaltar que devido à dificuldade de encontrar pesquisas nessa vertente, o pesquisador Bragança (2013) resolveu investigar as concepções apresentadas por egressos do curso de licenciatura em química em relação ao assunto de eletroquímica.

Embora não tivesse o objetivo único de identificar concepções de professores, Lima (2004) também realizou um levantamento sobre as dificuldades dos professores da Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica.

Assim, para uma melhor apresentação das três pesquisas mencionadas acima, foram elencados, no Quadro 1, os seguintes aspectos: título, autor(es), sujeitos participantes da pesquisa, metodologia da pesquisa e os instrumentos utilizados para a coleta de dados. Já os principais resultados alcançados, foram apresentados logo em seguida.

Quadro 1: Síntese das pesquisas relacionadas às concepções dos professores da educação básica em relação aos processos eletroquímicos

Título/Autor(es)	Sujeitos da pesquisa	Metodologia da pesquisa	Instrumentos para coleta de dados
Concepções de egressos da licenciatura em química sobre eletroquímica (BRAGANÇA, 2013)	5 docentes egressos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Quatro encontros, com duração média de 1h30min.	Entrevistas coletivas, semelhante à de um grupo focal.
Concepções e dificuldades de um grupo de professores de química sobre conceitos fundamentais de eletroquímica	21 professores do Ensino Médio da cidade de São Paulo.	Um curso de 40h.	Questionário composto por onze questões abertas envolvendo conceitos como: reações de oxirredução, oxidante, redutor, eletrodo, pilha, célula eletrolítica,

(GOES, FERNANDEZ, AGOSTINHO, 2016).			ponte salina e força eletromotriz.
Atividades experimentais no Ensino Médio – Reflexão de um grupo de Professores a partir do tema Eletroquímica (LIMA, 2004).	08 professores de Química da Rede Pública de Ensino do Estado de São Paulo, Brasil.	Curso de formação continuada (90h)	Questionários, mapas conceituais, folhas de avaliação das atividades e entrevistas semi-estruturadas.

Tendo em vista os principais resultados encontrados, Bragança (2013) verificou que os egressos apresentaram várias lacunas em relação à aprendizagem do conteúdo de eletroquímica durante a educação básica e no ensino superior. Na graduação, os participantes da pesquisa estudaram essa parte do conteúdo nas disciplinas de Físico-Química e Química Analítica, todavia, os egressos destacaram que os conceitos de eletroquímica abordados nessas disciplinas contribuíram pouco para o seu aprendizado em relação a este assunto.

Dessa forma, os mesmos tiveram um contato maior com os conceitos em outros momentos, como, através das experiências profissionais, nas quais tiveram que estudar sozinhos para ministrar suas aulas. Além disso, os egressos comentaram acerca das dificuldades existentes para o ensino de eletroquímica, que consideravam difícil tanto aprender quanto ensinar, apresentando uma grande preocupação com o processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo.

Continuando a análise dos resultados, o pesquisador verificou que os egressos destacaram conhecer materiais didáticos para o ensino de eletroquímica, como livros didáticos, animações e experimentos. Entretanto, os licenciados destacaram que a maioria dos livros didáticos da educação básica que eles conheciam apresentam esse assunto de forma resumida, e que a abordagem de alguns conceitos podia induzir os alunos a concepções errôneas. Os egressos que discutiram a transferência de elétrons em uma célula eletroquímica, a d.d.p e a ponte salina, explicaram os conceitos de forma correta de acordo com o que é aceito cientificamente.

Já Goes, Fernandez, Agostinho (2016) verificaram que a maioria dos sujeitos participantes da pesquisa compreendia o que é uma reação de oxirredução, no entanto, apresentava concepções alternativas em relação ao termo oxidante e redutor. Os pesquisadores inferiram que essas dificuldades podiam estar relacionadas ao emprego da linguagem. Além disso, os professores apresentaram dificuldade em definir o que é um eletrodo e uma célula eletrolítica e apenas dois docentes compreenderam a função da ponte salina em uma pilha. Notaram ainda que mais da metade dos licenciados definiu corretamente

o que é uma pilha, contudo, a maior dificuldade apresentada se referia ao conceito de força eletromotriz (fem). De forma geral, ficou evidente que os sujeitos participantes da pesquisa apresentaram dificuldades em relação aos conceitos envolvendo os conteúdos de eletroquímica (GOES, FERNANDEZ, AGOSTINHO, 2016).

Também nessa perspectiva, no início e no decorrer do curso que foi utilizado por Lima (2004) para realizar sua pesquisa, algumas dificuldades conceituais foram apontadas pelos docentes sobre a eletroquímica. Como já discutido no subtópico 2.2.1 (subtópico anterior).

2.3 Concepções dos estudantes sobre conceitos da Eletroquímica

Para a escrita desse tópico, fez-se um levantamento de estudos disponíveis na literatura, que abordassem as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes da Educação Básica e de graduandos em relação ao conteúdo de Eletroquímica, em artigos nacionais e internacionais.

Do mesmo modo que ocorreu no item 2.2.2, as pesquisas encontradas foram organizadas nos seguintes aspectos: título, autor(es), sujeitos participantes da pesquisa, metodologia da pesquisa, os instrumentos utilizados para a coleta de dados e os principais resultados alcançados, como apresentado nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2: Síntese das pesquisas nacionais sobre concepções apresentadas por estudantes da educação básica e do ensino superior em relação às reações de oxirredução com enfoque em eletroquímica.

Título/Autor(es)	Sujeitos da pesquisa	Metodologia da pesquisa	Instrumentos para coleta de dados
Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química (FREIRE, SILVA JÚNIOR, SILVA, 2011).	21 licenciandos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Um minicurso realizado como parte do Programa de Formação Complementar do Instituto de Química da UFRN (IQ-UFRN).	Questionário (três questões abertas para identificar as concepções dos estudantes acerca das dificuldades de aprendizagem em química no ensino médio e em eletroquímica), avaliação (envolvendo conceitos da eletroquímica) e entrevista coletiva (avaliar a viabilidade de propostas didáticas para a superação de dificuldades de aprendizagem em eletroquímica no nível médio).
Investigando a temática sobre Condutividade Elétrica na Formação Inicial Docente (TEXEIRA JÚNIOR, SILVA, 2011).	15 estudantes do curso de licenciatura em Química de uma Universidade Federal em Minas Gerais.	Disciplinas sobre ensino de Química.	Questionário composto por três questões, porém o artigo apresentada apenas o dado da terceira questão: representação em nível (sub)microscópico do funcionamento da pilha.
Aprender eletroquímica... Ensinar eletroquímica:	7 estudantes do curso de licenciatura em	Entrevistas com duração média de	A entrevista direcionada com base em um questionário contendo seis

Identificando as dificuldades conceituais de futuros professores de química (SANTOS, 2016).	Química de uma Instituição de Ensino Superior do estado de Minas Gerais.	10 a 20 minutos, para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).	questões (aplicação do conteúdo, estudo do mesmo no ensino médio e superior, dificuldades em elaborar uma aula sobre o conteúdo, representação em nível submicroscópico e explicação do funcionamento de uma pilha).
Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica (CAMEL, PACCA, 2011).	73 alunos da 3ª série do Ensino Médio e 52 alunos do 3º ano do curso de Licenciatura e Bacharelado em Química.	Partes dos resultados de uma dissertação.	Questionário (composto por duas questões uma relacionada à da Pilha e a outra Eletrólise).
Investigando as Concepções Alternativas dos estudantes sobre Eletroquímica (VELLECA, IGNE, LATTARI JÚNIOR, CAMPANERUT, HADDAD, ALARIO, 2005).	26 alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede particular de ensino na cidade de São Paulo.	Proposta de uma atividade envolvendo dois momentos, prática e teoria.	Atividade contendo 6 questões (potencial padrão, oxidação e redução, d.d.p).

Quadro 3: Síntese das pesquisas internacionais sobre concepções apresentadas por estudantes da educação básica e do ensino superior em relação às reações de oxirredução com enfoque em eletroquímica.

Título/Autor(es)	Sujeitos da pesquisa	Instrumentos para coleta de dados
Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells (GARNETT, TREAGUST, 1992).	32 alunos do ensino médio, em Perth, Western Austrália.	Entrevista semi-estruturada, composta por questões relacionadas às células galvânicas e eletrolíticas.
Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeiros resultados (BUESO, FURIO, MANS, 1998).	Quatro grupos de estudantes que concluíram o Ensino Médio e ingressaram na universidade.	Entrevista, com perguntas abertas e de múltipla escolha envolvendo as reações de oxirredução.
Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic, and concentration cells. (SANGER, GREENBOWE, 1997).	16 estudantes do curso de Química de uma Universidade Americana	Entrevista semi-estruturada, utilizou as mesmas questões da pesquisa de Garnett e Treagust (1992), porém acrescentou a pilha de concentração.
Conceptions of High School Students Concerning the Internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution (POSADA, 1997).	Estudantes da 10ª à 12ª série de seis escolas secundárias públicas, três na cidade de Málaga, Espanha, e a outra três na província.	Questionário e entrevista, 3 questões relacionadas aos metais (representação e condução de corrente elétrica)
Students Conceptual Difficulties in Electrochemistry in Senior Secondary Schools (OBOMANU, ONUOHA, 2012).	248 estudantes selecionados aleatoriamente de 29 escolas dentro do estado de Abia.	Um instrumento de teste sobre dificuldades conceituais em eletroquímica
Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying	55 alunos do segundo semestre do curso de química introdutória.	Entrevista, com base em duas animações que representam a reação de oxirredução entre

complexity depicting the same oxidation–reduction reaction (ROSENTHAL, SANGER, 2012).		nitrato de prata e cobre metálico.
---	--	------------------------------------

Freire, Silva Júnior e Silva (2011) criaram categorias para os problemas de aprendizagem mencionados pelos alunos: psicológicos, psicopedagógicos, didáticos e epistemológicos, já as causas estariam relacionadas à responsabilidade discente, às características intrínsecas da disciplina, às condições político-pedagógicas, aos materiais didáticos, ao contexto sócio-cultural e à formação docente. Já, as principais dificuldades dos licenciandos para o conteúdo de eletroquímica, quando eram estudantes do nível médio, foram organizadas nas seguintes categorias: conceituais, procedimentais e atitudinais.

Com relação à análise da avaliação, mais da metade dos participantes (66%) acertaram a identificação dos processos de oxirredução nas semicélulas da pilha de Daniell e quase 40% para a pilha de concentração. A questão que solicitava o fluxo de elétrons em cada sistema obteve quase 50% de acerto para a pilha de Daniell e quase 40% para a pilha de concentração. Já a última questão que solicitava a função da ponte salina, apenas 28% dos alunos acertaram. Em relação à dificuldade em responder as três questões, os alunos destacaram: desconhecer a pilha de concentração; compreender o sentido do termo “semicélula”; não se lembrar dos conceitos de eletroquímica; não reconhecer a influência da concentração das soluções na pilha, entre outros. Em relação à proposta metodológica (Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica), 76% dos licenciandos afirmaram que utilizariam a proposta de ensino em suas aulas, porém a maioria dos licenciandos destacou que poderia ser utilizada desde que fossem inseridas as adaptações necessárias. (FREIRE, SILVA JÚNIOR, SILVA, 2011).

Os autores Teixeira Junior e Silva (2011), elaboraram cinco categorias para uma melhor discussão e análise dos resultados, sendo as mesmas: i) o que era esperado, ii) sentido dos elétrons, iii) os íons envolvidos no processo, iv) aspectos macroscópicos, e v) a ponte salina. A partir da análise, verificaram que nenhum estudante representou corretamente os aspectos (sub)microscópicos da pilha, apenas a resposta de um licenciando se aproximou do resultado esperado. Além disso, notaram que a grande maioria dos licenciandos apresentou dificuldades em indicar corretamente o sentido dos elétrons e que 56,4% dos licenciandos representaram a ponte salina. Mais da metade dos alunos (66,7%) representou os íons envolvidos no processo, porém a maioria não destacou todos os íons presentes na transformação e alguns representaram de forma errônea. Além disso, os licenciandos

demonstram confusão entre as espécies que sofrem oxidação e as que sofrem redução (TEXEIRA JÚNIOR, SILVA, 2011).

Já a pesquisa realizada por Santos (2016) identificou, em relação à questão envolvendo a aplicação da Eletroquímica em nosso cotidiano, que a maioria dos licenciandos citou as pilhas e as baterias, entretanto, dois dos futuros professores, além de citarem pilhas e baterias, destacaram outros processos relacionados à eletrólise, como a galvanoplastia ou eletrodeposição. Quatro dos sete futuros professores estudaram o conteúdo de eletroquímica na Educação Básica, porém, o mesmo foi abordado de forma superficial. Em relação à abordagem desse assunto na graduação, todos já haviam cursado alguma disciplina que discutisse esse assunto, porém os licenciandos consideraram esse conteúdo complexo.

Alguns licenciandos mencionaram que apresentavam dificuldades em entender o conteúdo e em explicar o papel da ponte salina, assim como identificar em qual eletrodo ocorre a oxidação e a redução. Ao exercer a carreira docente, pretendiam utilizar diferentes metodologias, como por exemplo, o uso de experimentos, a utilização de bons materiais didáticos, que sejam contextualizados e que façam relação com o cotidiano do aluno, com o objetivo de auxiliar na explicação do conteúdo. Já em relação à interpretação do funcionamento da pilha de Daniell, os licenciandos foram bem detalhistas, porém em alguns momentos apresentaram erros conceituais. Por fim, notou que os futuros professores apresentam dificuldade em representar o fenômeno por meio de um modelo submicroscópico. (SANTOS, 2016).

Na investigação realizada por Caramel e Pacca (2011), os sujeitos participantes da pesquisa apresentaram dificuldades ao explicarem os fenômenos utilizando os aspectos submicroscópicos que ocorrem na célula eletroquímica em operação, também se observou a deficiente apropriação da linguagem específica, que aparece de forma significativa, demonstrando utilizarem os termos: oxidação, redução, íons, cátions e ânions, num sentido diferente da química oficialmente aceita. Muitos justificaram o efeito da geração de corrente por uma única causa, a transformação das espécies químicas (oxidação e redução), sem se importarem com os aspectos dinâmicos de movimentação das cargas, tanto nos fios, quanto nos eletrólitos, além disso, a função da ponte salina foi praticamente ignorada pelos alunos.

Velleca e colaboradores (2005) identificaram que os alunos não relacionaram os aspectos quantitativos e qualitativos do processo eletroquímico e que, para eles, os elétrons fluíam através da ponte salina independente da espécie química correspondente.

Na investigação de Bueso, Furió e Mans (1998) verificou-se que as interpretações apresentadas pelos estudantes estavam mais próximas de serem concepções superficiais, visto

que, por exemplo, os estudantes apresentavam a troca de oxigênio como uma definição para as reações de oxirredução e não como troca de elétrons. Além disso, apenas metade admitia que a reação do oxigênio com o ferro aumentava a massa final, correspondendo ao óxido de ferro produzido (ferrugem).

Já na investigação realizada por Garnett e Treagust (1992), os alunos apresentaram confusão em identificar o ânodo, o cátodo e a função da ponte salina, pois para eles, a ponte salina fornecia elétrons para completar o circuito e auxiliava o fluxo de corrente (de elétrons) porque íons positivos, na ponte salina, atraíam elétrons de uma parte da célula para outra. Os processos de oxidação e redução poderiam ocorrer independentemente e em todas as equações químicas, as definições de oxidação como adição de oxigênio e redução como remoção de oxigênio seriam usadas para identificar oxidação e redução.

As principais dificuldades encontradas na pesquisa de Sanger e Greenbowe (1997) foram: i) não haveria necessidade de um potencial padrão para a obtenção de uma célula galvânica; ii) os elétrons entrariam na solução do cátodo, viajando pelas soluções e pela ponte salina, e emergiriam no ânodo para completar o circuito; iii) o ânodo seria carregado positivamente porque perdeu elétrons, o cátodo seria negativamente carregado porque ganhou elétrons; iv) nas células eletrolíticas, a direção da tensão aplicada não teria efeito sobre a reação ou o local do ânodo e do cátodo; v) a água não seria reativa para a oxidação e a redução; vi) não haveria relação entre o potencial calculado e a magnitude da tensão aplicada; vii) a direção do fluxo de elétrons, nas células de concentração, não dependeria da concentração relativa dos íons.

Os resultados se assemelham bastante com a pesquisa de Garnett e Treagust (1992). Assim, ao fato de os participantes conseguirem calcular a diferença de potencial corretamente, os pesquisadores inferiram que os estudantes conseguem resolver problemas de exame quantitativo, mas muitas vezes não têm entendimento dos conceitos subjacentes.

Posada (1997) verificou que os estudantes teriam dificuldade em entender o papel dos elétrons em seus modelos e que os termos átomos, moléculas e íons eram utilizados de forma incorreta. Alguns alunos aprenderam o modelo de ligação metálica, mas não entenderam a relação entre a corrente elétrica e os elétrons.

Já na investigação de Obomanu e Onuoha (2012), os estudantes do ensino secundário apresentaram dificuldades em relação aos conceitos de eletrólise, semirreação, aspectos quantitativos (Lei de Faraday) e em identificar os produtos obtidos na eletrólise.

Já os estudantes participantes da pesquisa de Rosenthal e Sanger (2012) mostraram algumas dificuldades em relação à interpretação dos modelos utilizados em uma animação,

enquanto outros equívocos apresentados não correspondiam às explicações cientificamente aceitas. Para os discentes: i) os elétrons de valência não faziam parte do átomo de um metal e não afetavam seu tamanho; ii) ganhar ou perder elétrons não alteraria o tamanho de um átomo ou íon; iii) a combinação de íons de cobre e nitrato ocasionaria a cor azul na solução aquosa; iv) a carga de um cátion seria determinada pela contagem do número de íons nitrato ao redor e v) as imagens das partículas nas animações seriam uma representação direta das propriedades macroscópicas das substâncias presentes.

Com base nos resultados das pesquisas acima, observa-se que tanto os estudantes do ensino médio quanto do superior, apresentam dificuldades nos processos envolvendo os aspectos macroscópicos e submicroscópicos do conteúdo de eletroquímica. Estas dificuldades estão relacionadas desde a identificação do catodo e anodo, bem como qual é a função da ponte salina. Diante desse fato, o próximo tópico apresenta algumas propostas metodológicas para serem trabalhadas ao ministrar o conteúdo de reações de oxirredução, eletroquímica e eletrólise, buscando assim, facilitar a compreensão dos estudantes sobre estes conteúdos.

2.4 Propostas metodológicas

As propostas metodológicas foram selecionadas por meio de um levantamento na Revista Química Nova na Escola, no período de 1995 até 2017, sendo encontrados 21 artigos que abordavam a questão das Reações de Oxirredução com enfoque em Eletroquímica. Utilizaram principalmente a experimentação, abordando assuntos diversos como, escurecimento de frutas e metais, maresia, célula galvânica e eletrolítica e questões ambientais.

2.4.1 Reações de oxirredução

O artigo de Palma e Tiera (2003) propôs uma atividade experimental visando discutir as reações de oxirredução, a partir dos óxidos resultantes da oxidação de ferro e cobre, bem como a baixa reatividade de outros metais, para a criação de quadros. Para a realização da prática utilizou-se: tela de pintura, pedaços de metais, vinagre, cloreto de sódio, permanganato de potássio e água. A prática possibilitou a discussão do fenômeno de corrosão, a formação dos óxidos, a ação do vinagre e do permanganato na prática, além de discutir a fila de reatividade dos metais.

A proposta metodológica de Carvalho, Lupetti e Fatibello-Filho (2005) foi aplicada em uma aula de química para 15 alunos do Ensino Médio, com a finalidade de discutir as reações de oxirredução presentes em nosso cotidiano por meio do escurecimento de frutas. A metodologia utilizada foi uma experiência utilizando materiais de baixo custo e fácil obtenção, como: banana nanica, maçã, pera, suco de um limão Taiti, vitamina C, pratos, conta-gotas, faca e copos descartáveis. Com base nas observações, foi possível discutir a ação enzimática no escurecimento das frutas e a utilização de ácidos cítrico e ascórbico para prevenção. Após a aplicação de um questionário, os pesquisadores verificaram que os alunos apresentaram uma boa compreensão em relação às maneiras de se retardar o escurecimento nos alimentos.

Francisco Junior e Dochi (2006) também propuseram uma atividade experimental simples, buscando relacionar os conteúdos de Química e Física, sugerindo que os alunos deviam levantar hipóteses sobre o que pode ter ocorrido. Além disso, os alunos deveriam relacionar os resultados observados com fenômenos do dia-a-dia e debates sobre as implicações sociais da corrosão. A atividade também possibilitou realizar cálculo estequiométrico da massa de ferro que foi oxidada, determinar o cálculo do teor de oxigênio no ar e compreender a função do ácido acético. Foi sugerido que o professor de física discutisse a observação da entrada de água em uma seringa, ocasionada pela diferença de pressão estabelecida entre o interior da seringa e o ambiente.

Sartori, Batista e Fatibello-Filho (2008) também discutiram as reações de oxirredução através de um experimento. A atividade visava discutir o escurecimento e a limpeza de alguns objetos de prata, utilizando materiais simples, como: objetos de prata, ovos, lamparina, copo americano, papel alumínio, sal de cozinha, entre outros. Diante dos resultados observados na prática, foi possível discutir oxidação e redução, agente oxidante e redutor, e a tabela de potencial padrão de oxidação.

Outra proposta que apresentou a realização de uma atividade prática envolvendo a limpeza de moedas de cobre foi a de Faria e colaboradores (2016). A partir dessa atividade foi possível discutir conceitos de equilíbrios químicos, dissolução de sólidos, reações de diversos tipos (oxirredução, complexação, desproporcionamento), cinética química. Os materiais eram de fácil aquisição e de baixo custo. Ao fim da experiência, foi sugerido que o professor promovesse uma discussão, a fim de verificar a opinião dos estudantes em relação à prática, ou seja, como se explica a diferença dos resultados observados com base nos diversos reagentes empregados.

2.4.2 Corrosão

Souza e colaboradores (2007) apresentaram três atividades utilizando materiais de limpeza para discutir o tema corrosão. A primeira atividade empregava materiais de fácil aquisição como: ferro, lacres de alumínio, algodão, água, caixas plásticas, palha de aço, ácido muriático, produtos de limpeza (detergente, álcool, entre outros), possibilitando discutir a corrosão de metais em diferentes meios (produtos de limpeza). Já a segunda atividade buscou discutir o resultado da primeira, porém verificando a influência do pH sobre o processo corrosivo do alumínio e do ferro. Por fim, a última atividade buscou determinar as variações de massas das amostras.

Vaz, Assis e Codaro (2011) também sugeriram uma atividade experimental para discutir o fenômeno da corrosão e relacioná-lo com o cotidiano dos alunos. Com base nos dados observados durante a prática, foi possível comparar os resultados de resistência e velocidade da corrosão nos meios ácido e básico. Os autores sugeriram a construção de um gráfico para comparar os resultados.

Merçon, Guimarães e Mainier (2011) também apresentaram uma proposta para a abordagem da corrosão. Na prática, são utilizados materiais como: arruelas, caixa plástica com tampa, bomba de aeração submersa de recirculação de água para aquário, suporte acrílico, fio de nylon, entre outros materiais. No artigo, foram apresentadas as reações de formação do $\text{Fe}(\text{OH})_2$, Fe_3O_4 , (meio com baixo teor de oxigênio) e $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (meios onde o teor de oxigênio é elevado), além de discutir a presença de íons no meio corrosivo. Os pesquisadores apresentaram dois gráficos com o intuito de discutir a taxa da reação química de corrosão (cloreto de sódio e água destilada).

Já Matos, Takata e Banczek (2013) discutiram o tema através da adaptação do experimento da gota salina de Evans. Para a realização, foram utilizados, chapa de aço carbono SAE 1010, lixa, soluções de cloreto de sódio, de cloreto de potássio, de sulfato de sódio, de sulfato de cobre, de fenolftaleína e de ferricianeto de potássio. Com base na prática, foi possível abordar corrosão, difusão do oxigênio, acidez e basicidade, indicador ácido base, formação de complexos e de precipitados. No final da proposta, os pesquisadores sugeriram dicas para conduzir a aula como: aula experimental dialogada, atividades de recuperação de conteúdos, experimentação de forma investigativa e a discussão das consequências ocasionadas pela corrosão.

Maia e colaboradores (2015) discutiram o processo de corrosão em soluções ácidas, por meio de uma atividade experimental. Com base nos resultados observados, foi possível

discutir o aumento da taxa de corrosão em materiais ferrosos, em soluções cada vez mais ácidas e relacionar com concentração de íons H^+ no meio. Os autores destacaram que esta atividade poderia auxiliar no aprendizado dos conceitos de oxirredução e na discussão da problemática da corrosão em nosso cotidiano.

Wartha e colaboradores (2007) apresentaram a corrosão de metais em regiões litorâneas afetadas pela maresia, que podem ser abordadas no ensino de química tanto para o ensino médio como no ensino superior. A proposta consistia na realização de experimento gota salina de Evans e, para a realização da prática, foram utilizadas: tampinhas de garrafas finamente lixadas e soluções aquosas de ferricianeto de potássio, fenolftaleína e cloreto de sódio.

Sanjuan e colaboradores (2009) descreveram o processo de construção e aplicação de uma unidade didática sobre eletroquímica, usando, como tema central, o fenômeno da maresia, já que este tema está tão presente na região onde a pesquisa foi realizada, possibilitando assim, a relação do assunto com cotidiano do aluno, suas experiências diárias e seus conhecimentos prévios. A sequência foi desenvolvida em duas escolas de Ensino Médio. Durante as aulas foram verificadas as concepções dos alunos em relação à maresia, realizadas atividades experimentais, possibilitando discutir os aspectos fenomenológico, teórico e simbólico. Além disso, houve a leitura de artigos e exibição de um filme. Para os pesquisadores, os resultados alcançados foram muito positivos tanto para os alunos quanto para os professores.

2.4.3 Células galvânicas e eletrolíticas

A proposta apresentada por Hioka e colaboradores (1998) sugeriu, como experimento, a construção de duas pilhas eletroquímicas a partir de materiais de fácil acesso, como, membrana de casca de salsicha ou de linguiça, fio de náilon, placa de cobre e zinco, solução saturada de cloreto de sódio, solução de sulfato de cobre, lâmpada de 1,5 V, garrafa plástica, fita adesiva, elástico, tiras de feltro etc., que permitissem acender lâmpadas de pequeno consumo. Com a realização das práticas, foi recomendado que o docente discutisse a conversão de energia química em energia elétrica, a importância do princípio da eletroneutralidade e a relação dos conceitos teóricos com o cotidiano dos alunos.

Estes mesmos autores apresentaram outra proposta a partir da construção de uma pilha de cobre/magnésio acoplada a diversos equipamentos (HIOKA *et al.*, 2000). Para a prática foram necessários materiais, como: barra de Mg (liga), fio de cobre, proveta, frasco de vidro,

meios eletrolíticos (laranja, limão, abacaxi, refrigerante), fita adesiva, soquete e equipamentos que utilizassem uma pilha tipo AA, 1,5 V (relógio de parede, lâmpada de farolete pequeno, “flash” de máquina fotográfica descartável, carrinho elétrico e rádio portátil). No decorrer do artigo foi discutido como montar a pilha utilizando os diversos equipamentos sugeridos e também a questão do desprendimento de hidrogênio gasoso.

Já Sartori e colaboradores (2003) indicaram a construção de uma célula eletrolítica. Durante a discussão dos resultados, os pesquisadores apresentaram as reações envolvidas, o cálculo da constante de Avogadro e a quantidade de cada espécie formada em cada eletrodo (valor da massa de I_2 e OH^-). Com a prática, o docente poderia discutir os conceitos teóricos e experimentais, como o uso de indicadores de pH, tabelas de potenciais padrão de redução e reações de oxirredução.

Os autores Marconato e Bidóia (2003) sugeriram um experimento que utilizasse um eletrodo com referencial não convencional, no caso, de laranja, para medir o potencial de alguns metais na solução de seus íons. No decorrer do artigo, foi discutida a equação de Nernst, a origem e as medidas dos potenciais de eletrodo. Com base nos resultados observados durante a prática, foi comentado que o docente poderia discutir a natureza relativa e arbitrária do valor dos potenciais de eletrodo, ou seja, que os valores dos potenciais determinados com o eletrodo de referência não convencional dariam muito diferentes daqueles observados em tabelas de livros, porém, a sequência observada na série seria a mesma, mostrando a dependência do eletrodo de referência utilizado.

2.4.4 A relação entre eletroquímica e cinética química

O artigo de Costa e colaboradores (2005) buscou relatar os resultados obtidos após a aplicação de uma aula experimental, envolvendo a corrosão do alumínio, em turmas da segunda série do ensino médio, utilizando para a aula materiais de baixo custo. Durante as aulas, ocorreu uma discussão em relação à variação da quantidade de reagente ou de produto ao longo do tempo de reação ($Al_{(s)}$ e $H_{2(g)}$), bem como aos fatores que afetam a velocidade de uma reação química (concentração, temperatura e superfície de contato) a partir do fenômeno de corrosão.

Neste mesmo sentido, Silva e colaboradores (2016) discutiram uma forma alternativa para o conteúdo de eletroquímica, que buscou nos conceitos de cinética, o aporte necessário para uma discussão mais integrada. A proposta foi aplicada em uma turma de 2º ano do ensino médio. Para relacionar os conteúdos, ocorreu a construção de pilhas, utilizando como

eletrólito, laranjas com estágios de maturação distintos pela conservação por refrigeração. A atividade permitiu ensinar sobre oxidação, redução, eletrodo, eletrólito, ponte salina, ddp e relacionar com alguns conceitos de cinética química, visto que este assunto já havia sido estudado pelos alunos.

2.4.5 Outras propostas

A proposta apresentada por Fragal e colaboradores (2011) foi aplicada para 67 alunos do 2º ano do ensino médio em duas escolas públicas. A sequência didática abrangeu três etapas: i) Investigando a formação da ferrugem; ii) Investigando a reatividade dos metais e iii) Diferenças de reatividade. Na primeira etapa, os alunos foram questionados: *Por que normalmente se pintam os portões e as cercas de ferro com tinta a óleo?* A maioria dos alunos conseguiu relacionar a pintura com tinta a óleo como uma proteção contra a formação da ferrugem. Posteriormente, realizaram duas atividades para discutir a solubilidade e a presença do oxigênio na formação da ferrugem. Na segunda etapa, duas imagens de bicicletas (alumínio e ferro) foram apresentadas aos alunos, discutindo assim, a questão da reatividade dos metais e a formação de óxidos. A última etapa permitiu discutir o metal de sacrifício, por meio de uma atividade experimental relacionada à corrosão em latas de alimentos.

Já Pinheiro (2012) expôs algumas atividades que estavam sendo desenvolvidas no âmbito do PIBID/Química/UFSJ. Uma dessas atividades era em relação ao conteúdo de Eletroquímica. A atividade teve o intuito de revisar e introduzir novos conceitos sobre eletroquímica para estudantes do 3º ano do ensino médio. Para essa proposta em específico, foram utilizadas imagens, experimentos, exercícios e a apresentação de uma pesquisa (realizada pelos discentes).

A proposta apresentada por Oliveira, Gomes e Afonso (2010) consistiu na aplicação de uma palestra relacionada ao lixo eletroeletrônico para turmas de 9º ano do Ensino Fundamental e 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio de escolas da rede pública e privada do Rio de Janeiro. No artigo, foi discutido o crescente aumento no uso de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) pela sociedade moderna, a vida útil, o descarte inadequado destes equipamentos e o elevado consumo dos recursos naturais empregados na fabricação destes, além das questões envolvendo os metais pesados, as técnicas de reciclagem, a saúde humana e a questão ambiental. Foram mencionadas sugestões de como abordar este assunto no ensino fundamental e médio. Para este último nível de ensino foi sugerido que o docente trabalhasse

junto com o professor de física e que fosse aplicada uma atividade relacionada ao desmonte de um EEE.

Diante da revisão realizada, notam-se dificuldades tanto de alguns docentes e discentes em relação ao conteúdo de Eletroquímica e a variedade de propostas metodológicas para o conteúdo em questão. Porém, mesmo com a quantidade de trabalhos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica, é importante realizar pesquisas sobre este assunto, pois, muitos docentes ainda apresentam dificuldades de como abordar o assunto e os pré-requisitos necessários para a abordagem do conteúdo. Além disso, as propostas metodológicas apresentadas não abordam todos os tópicos do conteúdo e sim um ou dois tópicos. Com isso, é importante o docente e o futuro professor ter maior domínio sobre o conteúdo de Eletroquímica para ministrar o assunto na educação básica.

3 METODOLOGIA

O percurso metodológico dessa pesquisa envolve duas etapas. Na primeira etapa, foi oferecido um curso para licenciandos e licenciados em química, buscando, além de discutir conceitos e propostas metodológicas relacionadas à Eletroquímica, os resultados alcançados com a elaboração e aplicação de uma sequência didática denominada de Sequência Didática Piloto (SDP), que foi desenvolvida em três turmas de 2º ano de uma escola pública do Triângulo Mineiro. Os instrumentos utilizados para coleta de dados nessa etapa foram: as gravações dos encontros, as atividades propostas no decorrer dos encontros e a avaliação dos encontros e do curso.

Já a segunda etapa consiste na elaboração de um material paradidático pela pesquisadora, buscando auxiliar o professor e futuro docente acerca de alguns tópicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica, possibilitando aos mesmos um estudo sucinto sobre o assunto. Além de fornecer subsídios para a elaboração de suas aulas ao lecionar o conteúdo na Educação Básica, visto que o material busca apresentar o conteúdo de forma contextualizada e de fácil compreensão.

Tendo como base o caminho metodológico descrito acima, a pesquisa realizada é de natureza qualitativa e se enquadra na modalidade, pesquisa-ação. Segundo Thiollent (1986) a pesquisa-ação é caracterizada

[...] como um tipo de pesquisa social com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1986, p. 14).

3.1 Curso de extensão

3.1.1 Elaboração do curso

Foi proposto um curso de extensão para licenciandos e licenciados em Química, a fim de contribuir para a formação dos mesmos, por meio da reflexão sobre a prática em sala de aula. Tal processo reflexivo foi iniciado com o relato acerca dos resultados obtidos ao aplicar a SDP para estudantes do 2º ano do Ensino Médio. A ideia era de, a partir das discussões sobre os conceitos fundamentais de Eletroquímica e da abordagem utilizada na SDP, propor outras atividades ou adequar as já existentes com o objetivo de elaborar uma nova sequência didática com a contribuição dos cursistas.

Inicialmente, as vagas do curso seriam destinadas apenas para os licenciandos do curso de Química Licenciatura da FACIP/UFU que já haviam cursado a Físico-Química de Soluções e Eletroquímica, visto que esta é oferecida pela instituição de ensino no 7º período. Entretanto, após uma conversa com a secretária do curso de Química da unidade, verificou-se que poucos licenciandos haviam cursado a disciplina mencionada, então, ainda que não fosse ideal, ampliou-se o convite para os alunos que ainda estivessem cursando a mesma. Além disso, o curso contou com a participação de recém-formados, mas que ainda não estavam em sala de aula. Assim, com o intuito de atingir o maior número de participantes, o convite também foi realizado (Apêndice 1) por meio das redes sociais (Facebook). Após as divulgações, o curso contou com a participação de sete interessados.

Foram realizados seis encontros, contabilizando uma carga horária total de 40 horas, sendo 18 presenciais e o restante destinado a atividades complementares. Vale ressaltar que o curso gratuito e com certificação pela PROEXC/UFU¹⁰, foi oferecido em horário que viabilizasse a participação de maior quantidade de interessados. Além disso, como muitas horas seriam destinadas a atividades complementares, foi enviada, por e-mail, a primeira atividade extraclasse (Apêndice 2) para que os participantes já fossem para o primeiro encontro com um material que possibilitasse seu envolvimento nas discussões, desde o início.

3.2 Instrumentos utilizados para coleta de dados

De acordo com Andrade (2009, p. 2), cada pesquisa tem sua metodologia e exige técnicas específicas para a obtenção dos dados. Para a autora, “escolhido os métodos, as técnicas a serem utilizadas serão selecionadas, de acordo com o objetivo da pesquisa”.

Os dados foram coletados por meio de áudios, questionários e das atividades elaboradas pelos cursistas, durante todo o período do curso.

Tendo em vista os princípios de ética, os participantes da pesquisa assinaram um termo de livre consentimento (Apêndice 3). Deste modo, a pesquisa visa o anonimato dos sujeitos, ou seja, que não serão identificados pelo nome e a garantia de que as informações registradas serão utilizadas apenas para fins acadêmicos.

¹⁰ PROEXC/UFU constitui-se como espaço e meio propício para o diálogo, a articulação e a interação entre a Universidade e a sociedade, contribuindo para o desenvolvimento regional e para a promoção das mudanças sociais, políticas, culturais e econômicas. Atua na produção, no incentivo e na veiculação das múltiplas dimensões culturais para a comunidade universitária e a sociedade. Disponível em: <<http://www.proexc.ufu.br/>> Acesso em Fevereiro de 2018.

Para facilitar a discussão, os resultados foram analisados e agrupados em categorias, permitindo assim, uma melhor análise e interpretação das respostas, não ocorrendo a discussão de cada encontro de forma isolada. Como destacado por Moraes (1999, p. 6), a categorização consiste em “uma operação de classificação dos elementos de uma mensagem seguindo determinados critérios”, sendo que a análise do material deve se processar de forma cíclica e circular, sendo necessário extrair deles o significado.

De acordo, com Marconi e Lakatos (2003), a importância dos dados está não em si mesmos, mas em proporcionarem respostas às investigações. Análise e interpretação são duas atividades distintas, mas estreitamente relacionadas, como se observa:

Análise (ou explicação): É a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores. A elaboração da análise, propriamente dita, é realizada em três níveis: interpretação, explicação, especificação (...). Já a interpretação é a atividade intelectual que procura dar um significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos. Em geral, a interpretação significa a exposição do verdadeiro significado do material apresentado, em relação aos objetivos propostos e ao tema. Esclarece não só o significado do material, mas também faz relações mais amplas dos dados discutidos. Na interpretação dos dados da pesquisa é importante que eles sejam colocados de forma sintética e de maneira clara e acessível. Dois aspectos são importantes: construção de tipos, modelos, esquemas e ligação com a teoria (...) (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 166-167).

Neste sentido, as respostas dos cursistas foram analisadas tendo como base: i) documentos oficiais: as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+)¹¹ e Conteúdos Básicos Comuns de Química (CBC)¹²; ii) livros didáticos de química do ensino médio e superior: Mahan e Myers (1995); Atkins e de Paula (2008); Fonseca (2016); Mortimer e Machado (2016) e iii) artigos científicos dos autores: Eichler e Del Pino (2010); Sartori e colaboradores (2003); Bocchi, Ferracin e Biaggio (2000); Ramin e Lorenzetti (2016); Silva (2016) e Schnetzler (2002).

¹¹ O documento é dirigido ao professor, ao coordenador ou dirigente escolar do ensino médio e aos responsáveis pelas redes de educação básica. Este busca facilitar a organização do trabalho da escola, em termos dessa área de conhecimento. Para isso, explicita a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares e apresenta um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos currículos que, coerente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar na área. (BRASIL, 2002).

¹² O CBC estabelece os conhecimentos, as habilidades e competências a serem adquiridos pelos alunos na educação básica no estado de Minas Gerais, bem como as metas a serem alcançadas pelo professor em cada etapa do ensino. (MINAS GERAIS, 2007).

3.3 Caracterização dos sujeitos participantes do curso

Após os licenciandos e licenciados em Química manifestarem interesse pelo curso, no primeiro encontro, aplicou-se um questionário (Apêndice 4) contendo 10 questões discursivas, buscando conhecer a formação dos sujeitos da pesquisa e as percepções apresentadas pelos mesmos em relação à aprendizagem, dificuldades e vivências envolvendo o conteúdo de Eletroquímica. Bem como, investigar as expectativas dos licenciandos e licenciados em Química a respeito do curso de extensão.

A seguir serão apresentadas algumas informações que podem facilitar a interpretação das falas dos cursistas durante a apresentação e análise dos resultados obtidos, com base nas discussões e atividades propostas no decorrer dos encontros.

Os participantes serão identificados como L1, L2, L3, L4 e L5. A letra “L” é referente à licenciandos e licenciados em Química. No primeiro momento, sete participantes apresentaram interesse em participar do curso, porém no segundo encontro, dois desistiram. Nesse caso, as atividades realizadas por esses dois participantes não serão consideradas, visto que em alguns momentos do curso as atividades iniciais foram retomadas.

L1

A cursista denominada de L1 ingressou no curso de Licenciatura em Química da FACIP/UFU no ano de 2012. Durante a realização do curso, estava no 9º período e já havia cursado a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica no 1º semestre de 2015.

No Ensino Médio, estudou o conteúdo de Eletroquímica, sendo enfatizados os tópicos de oxirredução, de agente oxidante/redutor e de número de oxidação. Durante a graduação, nos momentos de interação com a escola (durante o Estágio Supervisionado, por exemplo), não presenciou nenhum professor de Química da Educação Básica ministrando o conteúdo de Eletroquímica.

A licencianda destacou que ainda apresentava dificuldades em compreender os conteúdos de Eletroquímica, ressaltando que não se sentia preparada para ministrar este assunto na Educação Básica. Entretanto, mesmo apresentando dificuldade, não pretendia deixar de ministrá-lo em sua carreira docente no Ensino Médio. Em relação ao curso, L1 esperava ampliar seu conhecimento, inclusive aquele aplicado no exercício da docência, como, por exemplo, aprender metodologias diferenciadas e compreender quais tópicos são realmente necessários de serem discutidos em uma sala de aula.

L2

A L2 ingressou no curso de Licenciatura em Química da FACIP/UFU no ano de 2008 com conclusão em 2015. A licenciada destacou que cursou a disciplina “Físico-Química de Soluções e Eletroquímica” no 1º semestre de 2014.

A cursista estudou este conteúdo na Educação Básica, porém relatou que o docente deu enfoque nos cálculos matemáticos e que as questões ambientais não fizeram parte da sequência didática do professor ao abordar este conteúdo. A licenciada teve a oportunidade de acompanhar durante a graduação a abordagem do conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica, em dois momentos. O primeiro no Estágio Supervisionado e o segundo no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

A licenciada ainda relata que apresenta bastante dificuldade em entender esse conteúdo. Como experiência, destaca sua participação como bolsista no PIBID - subprojeto Química/Pontal, onde no horário de monitoria, não soube explicar para os alunos de forma clara alguns conceitos relacionados a este assunto, visto que nem ela entendia claramente o conteúdo.

A licenciada afirmou que não se sentia segura para ministrar este conteúdo na Educação Básica e que ainda apresentava dificuldades de relacionar o conteúdo com o cotidiano dos estudantes. Entretanto, mesmo com suas dificuldades, ela pretendia ministrar esse conteúdo na Educação Básica.

Em relação aos conceitos de Eletroquímica que deveriam ser enfatizados no curso, L2 destacou que poderiam ser todos os conteúdos relacionados com a Eletroquímica, ou os principais conceitos poderiam ser revisados, devido a sua formação insuficiente nesta área, inclusive durante a graduação.

L3

A licencianda ingressou no curso de Licenciatura em Química no ano de 2009. Em relação ao período que a mesma está cursando, é o 7º, pois a mesma relatou que devido as suas reprovações ficou um pouco perdida.

A L3 cursou a disciplina “Físico-Química de Soluções e Eletroquímica” no que ela considera como 6º período, ou seja, no semestre anterior. O conteúdo de Eletroquímica foi estudado durante o seu Ensino Médio. Nas aulas, o docente explicou a parte de pilhas e algumas reações mais simples. Durante a graduação, não presenciou nenhum professor de Química da Educação Básica ministrando o conteúdo de Eletroquímica.

Em relação ao entendimento sobre o conteúdo de Eletroquímica, a mesma relatou que apresenta bastante dificuldade e se sentia insegura para ministrar este conteúdo na Educação Básica. Porém, ao exercer sua carreira como docente, pretendia ministrar este conteúdo para seus alunos. Em relação ao curso, L3 declarou que esperava ter um entendimento melhor sobre o assunto, destacando ainda que fossem abordados os conceitos de Oxirredução e Balanceamento das reações.

L4

O licenciando ingressou no curso de Licenciatura em Química da FACIP/UFU em 2013 e estava cursando o 7º período, e na época em que fez o curso de extensão estava matriculado na disciplina “Físico-Química de Soluções e Eletroquímica”.

No 3º ano do Ensino Médio, estudou alguns assuntos relativos à Eletroquímica, porém o conteúdo foi ministrado pela docente de forma superficial. Já durante a graduação, teve a oportunidade de acompanhar o trabalho de uma docente na escola, ao lecionar este assunto, mencionando que os alunos apresentaram dificuldades em entender os conceitos relacionados ao conteúdo.

O L4 mencionou que não se sentia seguro para ministrar este conteúdo na Educação Básica. E, quando questionado sobre as dificuldades apresentadas pelos cursistas em relação ao entendimento sobre este conteúdo, o L4, destacou que apresentava algumas confusões de conceitos. Entretanto, mesmo apresentando dificuldade sobre o assunto, pretende ministrar o assunto ao exercer a carreira docente. Além disso, gostaria que todos os conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica fossem abordados no curso.

L5

O participante L5 ingressou no curso de Licenciatura em Química, no ano de 2012 e, durante a aplicação do questionário, estava cursando o 9º período, bem como realizando a disciplina “Físico-Química de Soluções e Eletroquímica”.

Ao cursar o Ensino Médio, o mesmo estudou o tópico de oxirredução e, durante a graduação, teve a oportunidade de acompanhar, na escola, uma docente ao ministrar este conteúdo.

O licenciando afirmou que tinha dificuldade em entender o conteúdo, alegando como um dos principais motivos, a sua formação insuficiente no Ensino Médio. Além disso, percebia que não se sentia seguro para ministrar este assunto na Educação Básica.

Entretanto, L5 declarou que pretendia lecionar este conteúdo na Educação Básica. No curso, gostaria que fosse enfatizada a aplicação da eletrólise e estudo das semirreações. Esperava que no curso aprendesse como trabalhar o conteúdo de Eletroquímica, bem como prever algumas dúvidas que pudessem surgir na sala de aula ao ministrar este conteúdo.

Em síntese, as características são apresentadas no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4: Síntese da caracterização dos sujeitos participantes do curso

Ingresso	Disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica	Educação Básica	Expectativas sobre o curso
L1-2012	Já havia cursado	Oxirredução, agente oxidante/redutor e número de oxidação	Metodologias diferenciadas, tópicos realmente necessários para a Educação Básica
L2-2008	Já havia cursado	Enfoque nos cálculos matemáticos	Os principais conceitos poderiam ser revisados
L3-2009	Já havia cursado	Pilhas e algumas reações mais simples	Entender melhor conceitos de Oxirredução e Balanceamento das reações
L4-2013	Cursando	Conteúdos estudados de forma superficial	Todos os conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica
L5-2012	Cursando	Oxirredução	Como trabalhar o conteúdo de Eletroquímica, prever algumas dúvidas que possam surgir na sala de aula

3.4 Atividades desenvolvidas no curso

Para melhor entendimento sobre as discussões realizadas durante o curso, no Quadro 5, a seguir, estão listados, para cada encontro, os objetivos, as atividades propostas e os instrumentos de coleta de dados. A descrição completa de cada encontro encontra-se nos apêndices (do 5 ao 10), conforme indicado.

Quadro 5: Síntese dos encontros realizados no curso

1º encontro - 11/04/2016 (Apêndice 5, p.152)	
Objetivo	Iniciar as discussões baseadas nos resultados alcançados na aplicação da SDP, para três turmas de 2º ano do Ensino Médio.
Atividades propostas	- Apresentação sobre a proposta do curso; - Apresentação de parte da SDP e os resultados obtidos, ao

	<p>aplicá-la;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realização de atividade experimental: Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio.
Instrumentos usados para coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade 1.1 e 1.2, referentes aos tópicos a serem abordados ao ministrar o conteúdo de Eletroquímica (p.147e 160); - Questões da atividade experimental: “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”; - Questionário sobre Informações complementares; - Avaliação do 1º encontro; - Atividade extraclasse com objetivo de substituir a experiência da vitamina C.
2º encontro - 18/04/2016 (Apêndice 6, p.165)	
Objetivos	<p>Apresentar os resultados alcançados com a aplicação da SDP; Promover uma discussão sobre o que vem sendo proposto nos documentos oficiais em relação ao conteúdo de Eletroquímica.</p>
Atividades propostas	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das concepções dos alunos do 2º ano do Ensino Médio, ao realizar a atividade experimental: “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”; - Discussão da atividade 2 (Proposição de atividade experimental para substituir a experiência da vitamina C); - Continuação da apresentação da SDP e dos resultados obtidos; - Apresentação do conteúdo de Eletroquímica nos seguintes documentos oficiais: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+ Ensino Médio), Conteúdos Básicos Comuns (CBC) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC).
Instrumentos usados para coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação, a fim de verificar o conhecimento dos participantes sobre os conteúdos da Eletroquímica.
3º encontro- 25/04/2016 (Apêndice 7, p. 176)	
Objetivo	<p>Realizar uma comparação se o que vem sendo proposto nos livros didáticos de Química da Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica está de acordo com os documentos oficiais.</p>
Atividades propostas	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação da apresentação do conteúdo de Eletroquímica nos documentos oficiais; - Discussão do tópico sobre Balanceamento.
Instrumentos usados para coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Análise do livro didático de Química, com base nos documentos oficiais; - Análise das atividades 1.1 e 1.2 com base nos documentos oficiais (p.183); - Avaliação do encontro.
4º encontro-09/05/2016 (Apêndice 8, p.185)	
Objetivo	<p>Discutir algumas dificuldades conceituais e apresentar propostas metodológicas relacionadas ao conteúdo de Eletroquímica.</p>
Atividades propostas	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão das principais dificuldades conceituais relacionadas ao conteúdo de Eletroquímica. - Leitura e discussão do texto: Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. - Apresentação de algumas metodologias utilizadas ao abordar o conteúdo de Eletroquímica.

Instrumentos usados para coleta de dados	- Atividade para elaboração de uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica. - Avaliação do encontro.
5º encontro-23/05/2016 (Apêndice 9, p.201)	
Objetivo	Discutir os principais conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica.
Atividades propostas	- Discussão dos tópicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica; - Atividade experimental: Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?
Instrumentos usados para coleta de dados	- Atividade para propor uma metodologia para explicar o conteúdo de Eletroquímica. - Questões da atividade experimental: Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?
6º encontro-13/06/2016 (Apêndice 10, p.207)	
Objetivo	Explicar os principais conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica.
Atividades propostas	- Discussão dos tópicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica.
Instrumentos usados para coleta de dados	- Atividades propostas sobre o tópico de Reatividade dos metais e Pilha de Daniell. - Avaliação do curso.

3.3 Produto final

Como produto educacional da dissertação, foi idealizado um material de apoio didático para os professores ou futuros docentes da Educação Básica. Este material procurou abordar alguns tópicos relacionados ao conteúdo de reações de oxirredução com enfoque em processos eletroquímicos, possibilitando um estudo sucinto sobre o assunto. Além de fornecer subsídios para a elaboração de aulas dinâmicas e contextualizadas.

É importante destacar a abordagem de reações de oxirredução em diferentes momentos e contextos, possibilitando assim, a utilização de outras reações e não apenas a abordagem de pilhas e baterias, como geralmente vem sendo proposto nos livros didáticos, ou seja, de forma separada, no capítulo específico “Reações de Oxirredução e Eletroquímica”.

Dessa forma, no produto educacional aqui apresentado, a abordagem do conteúdo foi pensada de forma contextualizada e de fácil compreensão, buscando tornar o assunto prazeroso, principalmente para aqueles que ainda não perceberam sua importância. A ideia é mostrar que a Química está presente em nosso cotidiano, e não desvinculada dele, como geralmente ocorre. Tendo em vista que, em muitos casos, são apresentados definições e algoritmos que, muitas vezes, podem levar o aluno apenas a memorizar o conteúdo para devolver, por exemplo, na avaliação.

Para a elaboração deste material de apoio didático, foi realizado um amplo levantamento em artigos, dissertações, teses e livros didáticos. Além disso, a escolha entre diferentes propostas metodológicas se deu por meio dos resultados obtidos a partir das discussões no curso de extensão oferecido para licenciandos e licenciados em Química da FACIP/UFU. Assim, o produto educacional foi dividido em capítulos, que apresentam tópicos, questões para reflexão, sugestões de leitura, além de atividades práticas e alguns exercícios.

Vale ressaltar que esse material de apoio didático tem a pretensão de trazer sugestões de abordagens sobre o assunto de Eletroquímica na Educação Básica. Da mesma maneira como qualquer outro recurso para o ensino, cabe ao docente adaptá-lo à sua realidade de trabalho. Desse modo, a elaboração desse produto educacional, embora pautada em diversos momentos de reflexão e estudo, não poderia prever todas as variáveis encontradas nas situações de ensino, o que demanda sempre uma análise crítica, por parte do docente antes e durante a execução.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo busca apresentar a análise e a discussão das 6 (seis) categorias elaboradas, de acordo com as respostas obtidas durante o curso, sendo estas: i) Tópicos a serem abordados na Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica, ii) O conteúdo de Eletroquímica nos documentos oficiais e nos livros didáticos, iii) Dificuldades conceituais dos futuros professores em relação ao conteúdo de Eletroquímica, iv) Atividades experimentais, v) Propostas metodológicas e vi) Avaliação do curso. Para a organização dos dados e criação das categorias, foram realizadas diversas leituras com o intuito de verificar semelhança nas respostas mencionadas pelos participantes do curso de extensão. As categorias elaboradas serão discutidas a seguir:

4.1 Tópicos a serem abordados na Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica

A primeira atividade extraclasse solicitava aos futuros professores que apontassem os tópicos que deveriam ser abordados ao ministrar o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica.

A L1 destaca as celas galvânicas e eletrolíticas e a aplicação da eletroquímica no cotidiano dos alunos. A futura professora não detalha os subtópicos que pretende abordar em relação às celas galvânicas e eletrolíticas, como por exemplo, o funcionamento das pilhas, cálculos, tabelas de potenciais, o princípio de funcionamento da eletrólise. Neste caso, os conteúdos sugeridos pela cursista foram apresentados de forma bem simplificada.

*L1: Celas galvânicas e celas eletrolíticas;
Aplicação da eletroquímica com o cotidiano dos alunos.*

Como se observa, a L1 apresenta uma preocupação em relacionar o conteúdo, com o cotidiano dos alunos. Analisado os livros didáticos de química da educação básica, aprovados pelo PNLD/2018, são tratados os principais tipos de pilhas e baterias utilizados em nosso cotidiano, o descarte incorreto das pilhas e baterias no meio ambiente, ou seja, a questão ambiental, a obtenção do alumínio pela eletrólise e como ocorre o processo de corrosão. Nesse caso, esses materiais fornecem subsídios para os professores relacionarem o conteúdo de Eletroquímica com o cotidiano dos alunos.

Em relação a essa atividade, a L2 apresenta uma preocupação em relação à abordagem das celas galvânicas, destacando que sejam mais enfatizados a aplicação e o funcionamento das pilhas do que os aspectos matemáticos.

A cursista apresenta uma preocupação em relação ao uso de cálculo no conteúdo de Eletroquímica. Na Educação Básica, os cálculos são utilizados para determinar a diferença de potencial (ddp) de uma pilha, e também no Balanceamento das Reações de Oxirredução (variação do Nox) e nos aspectos quantitativos da eletrólise, os quais relacionam a corrente elétrica com a quantidade de massa formada nos eletrodos nos processos eletrolíticos.

Em alguns conteúdos químicos que envolvem cálculos matemáticos, geralmente os alunos não entendem os cálculos que estão sendo ensinados, muitos memorizam, ao invés de entender o conteúdo e interpretar as situações. Em outros momentos, apresentam um domínio em relação à parte quantitativa, mas não conseguem relacionar com os aspectos qualitativos, ou seja, com os conceitos, como por exemplo, no conteúdo de densidade. É preciso pensar que se utiliza o cálculo na disciplina de química como uma ferramenta apenas. Os resultados da pesquisa realizada por Paz e colaboradores (2008) mostraram que os alunos têm maiores dificuldades (68,6%) nos conteúdos que requerem cálculos matemáticos.

Além disso, a L2 destaca que seja abordado o tópico de reatividade dos metais, já que apresenta uma maior segurança em contextualizar esse tópico:

L2: A meu ver, os conteúdos mais importantes seriam Pilhas (me atentando muito mais para a aplicação e entendimento do funcionamento do que para expressões matemáticas) e Reatividade de metais (tendo em vista que esse é um assunto que eu consiga fazer mais relações com o cotidiano dos alunos já que possuo mais entendimento dele).

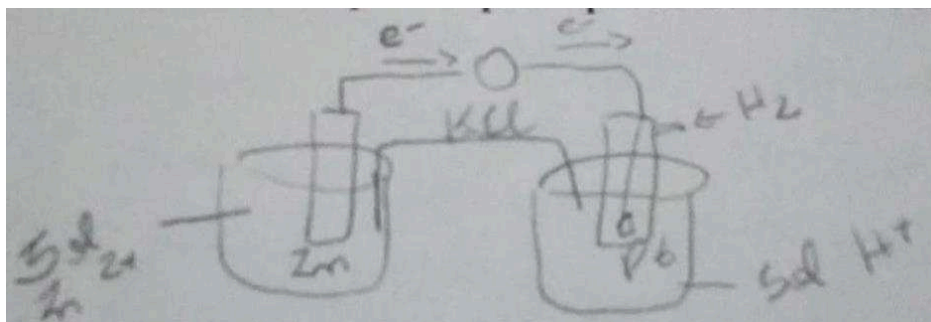
A fala da licenciada nos remete a uma preocupação: O professor só leciona os conteúdos que ele apresenta domínio? Ou ainda, mesmo não apresentando uma boa compreensão do conteúdo, ele leciona, já que o mesmo está presente nos documentos oficiais? Acredita-se que discutir essas questões entre os professores dos diferentes níveis de escolarização é fundamental, para que possamos pensar no ensino que vem ocorrendo no Brasil.

Continuando a análise da atividade, a L3 destacou o conteúdo de soluções, cinética química e equilíbrio. Porém, para a seleção dos conteúdos, a futura professora utilizou, como fonte de pesquisa, um livro de química do ensino superior:

L3: Conteúdos: Soluções; Energia Térmica nas Reações Químicas; Velocidade das reações químicas (cinética); Equilíbrio nas reações; Oxirredução e Energia elétrica nas Reações Químicas.

Além disso, essa licencianda ainda cita um exemplo, transcrevendo a explicação de um livro didático. O desenho da L3 é apresentado na Figura 4:

Figura 4: Representação de uma célula galvânica pela L3 em sua resposta.



A imagem representada pela futura professora é uma célula galvânica em que uma das semicelas usa um eletrodo de hidrogênio. Como se observa, a L3 busca discutir a Eletroquímica, apenas por meio da construção de uma pilha. Entretanto, essa representação, possibilita também discutir a questão do potencial padrão de uma semicela e a magnitude da diferença de potencial padrão, já que uma das semicelas é combinada com o eletrodo de hidrogênio. (MAHAN, MYERS 1995).

Ao realizar uma análise da resposta da L3 com a revisão da literatura, notou-se que existem dois artigos da Revista Química Nova na Escola dos autores Costa e colaboradores (2005) e Silva e colaboradores (2016) que relacionam o conteúdo de eletroquímica com os conceitos de cinética, possibilitando assim, uma discussão mais integrada. No livro didático do ensino superior dos autores Atkins e de Paula (2008), a explicação do conteúdo de eletroquímica tem base em alguns conceitos dos conteúdos de solução (interface-solução) e cinética química (a velocidade de transferência de carga).

Já L4 e L5 descreveram com mais detalhes o que poderia ser lecionado em relação ao conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica, comparado às respostas anteriores. Além disso, apresentam alguns pontos comuns, como oxirredução, semirreações, pilhas e relação do conteúdo com o cotidiano dos alunos. Como se observa pelas respostas de L4:

L4: Tópicos a serem abordados para eletroquímica: Oxirredução; Pilha eletroquímica; Semirreações; Potencial eletroquímico; Constituintes das pilhas e baterias mais comuns; Impacto ambiental causado pelo descarte errôneo; Influência na economia (se tiver) e no modo de vida atual.

E de L5:

L5: Os conteúdos que acredito ser importantes no estudo de eletroquímica como o estudo de pilhas, aplicações de eletrólise, conceitos de oxirredução e as semirreações, que de certa forma o aluno consiga assimilar e tornar útil no seu dia-a-dia pelo menos para fim de compreensão. Não vejo, de certa forma, o uso para a nomenclatura, assim com dispor de uma aula inteira, acredito que são informações mediamente importantes e que podem ser aprendidas ao longo de toda a discussão do tema, assim não deixando totalmente desvinculado.

Um fato interessante é que o L4 se preocupa em abordar as pilhas mais comuns e a questão ambiental. Nos livros aprovados pelo PNLD/2018, estes dois tópicos já são discutidos. Porém, em um dos tópicos, L4 declara ser importante abordar a influência das pilhas na economia, mas demonstra ter dúvida, talvez por não ser um conhecimento discutido normalmente pelos materiais didáticos, visto que, ao analisar os livros mencionados acima, esta questão não aparece.

Apenas a L1 e o L5 mencionaram o tópico de Eletrólise, porém deste último licenciando destacou-se que a nomenclatura deveria ser abordada no decorrer do conteúdo, não tendo necessidade de empregar uma aula especificamente para isso. Nesse sentido, percebe-se que o licenciando concorda com a ideia de que a linguagem química é importante, todavia somente faz sentido quando aliada à compreensão dos conceitos. Ou seja, ao mesmo tempo em que critica (ou tem consciência) do fato de muitos professores fazerem ao contrário do que propõe.

Outro fato observado é que L4 e L5 consideram o tópico de Reações de Oxirredução como parte do conteúdo de Eletroquímica e não separadamente, como ocorre em alguns livros didáticos de química da Educação Básica, ou seja, um capítulo para Reações de Oxirredução e outro para Eletroquímica. Essa também é a compreensão apresentada pela pesquisadora, ou seja, que este tópico faz parte do conteúdo de Eletroquímica, de modo que o mesmo não deveria ser apresentado de forma separada.

Um ponto que chama a atenção é que os licenciandos e licenciados em química não procuraram pesquisar as habilidades que consideram que seja fundamental de serem trabalhados sobre esse tema nos documentos oficiais, como por exemplo, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+) ou os Conteúdos Básicos Comuns de Química (CBC). Entretanto, durante a graduação esses documentos são discutidos, como os mesmos destacaram em outra atividade, a qual ainda será discutida.

No estado de Minas Gerais, sempre é sugerido que os professores elaborem seu planejamento anual com base no CBC que foi elaborado em 2007. A ideia é que o estudante

tenha uma visão bem geral da química no 1º ano do ensino médio, e que ao longo do 2º e do 3º anos do ensino médio sejam abordados os conteúdos complementares. Contudo, é importante lembrar que, na época da elaboração do CBC, a estrutura curricular contava com 3 aulas de química semanais, agora são apenas duas, o que inviabiliza muito do que foi planejado.

Todavia, pode-se observar que, em relação ao CBC de Química, em diferentes tópicos, é sugerido que os alunos aprendam as seguintes habilidades em relação ao conteúdo de Eletroquímica:

9.1. Identificar espécies presentes em transformações de oxidação e redução [...] 9.1.1. Identificar espécies químicas resultantes das possíveis alterações na carga elétrica de átomos ou de grupos de átomos [...] 9.2. Reconhecer processos de oxidação e redução [...] 9.2.1. Classificar os processos químicos como oxidação ou redução de acordo com a variação de carga elétrica das espécies. 9.2.2. Relacionar a formação de íons ao movimento de elétrons [...] 9.2.3. Relacionar a formação de íons à relação entre o número de prótons e elétrons. [...] 9.2.4. Relacionar o movimento de elétrons e de íons com a condução de corrente elétrica [...] 32.1. Transformações que envolvem produção de energia [...] 32.1.1. Compreender o princípio básico de funcionamento de uma pilha eletroquímica [...] 32.1.3. Consultar tabelas de potencial eletroquímico para fazer previsões da ocorrência das transformações [...] 32.1.4. Compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos de força eletromotriz de pilhas [...] 32.1.5. Conhecer os constituintes e o funcionamento básico das pilhas e das baterias mais comuns [...] 32.1.6. Reconhecer a formação de íons por meio de processos físico-químicos, por exemplo, a eletrólise [...] 32.2. Transformações que envolvem consumo de energia [...] 32.2.1. Compreender o princípio básico de funcionamento de uma eletrólise [...] 32.2.2. Exemplificar o processo de eletrólise a partir de processos de obtenção de alumínio [...] 32.2.3. Conhecer o impacto ambiental gerado pelo processo de obtenção do alumínio (MINAS GERAIS, 2007).

No documento PCNs+, o conteúdo de Eletroquímica é proposto em: Energia e transformação química, de modo que se faça a previsão da energia elétrica gerada, através do uso da tabela de potenciais-padrões dos eletrodos. Além disso, no processo eletrolítico – não espontâneo –, recomendam que sejam abordadas as experiências de Faraday com o intuito de se estabelecerem relações entre os aspectos macroscópicos e microscópicos da matéria (BRASIL, 2002).

Ao comparar as respostas dos licenciandos com os documentos oficiais nota-se que alguns aspectos não foram destacados como: i) compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos de força eletromotriz de pilha (relação matemática – conceito); ii) exemplificar o processo de eletrólise a partir de processos de obtenção de alumínio (relação economia – desenvolvimento tecnológico) e iii) utilizar a Lei de Faraday para discutir a

explicação acerca dos modelos submicroscópicos (relação fenômeno – modelo explicativo). Os tópicos sugeridos por L4 e L5 são os que mais se aproximam dos documentos oficiais.

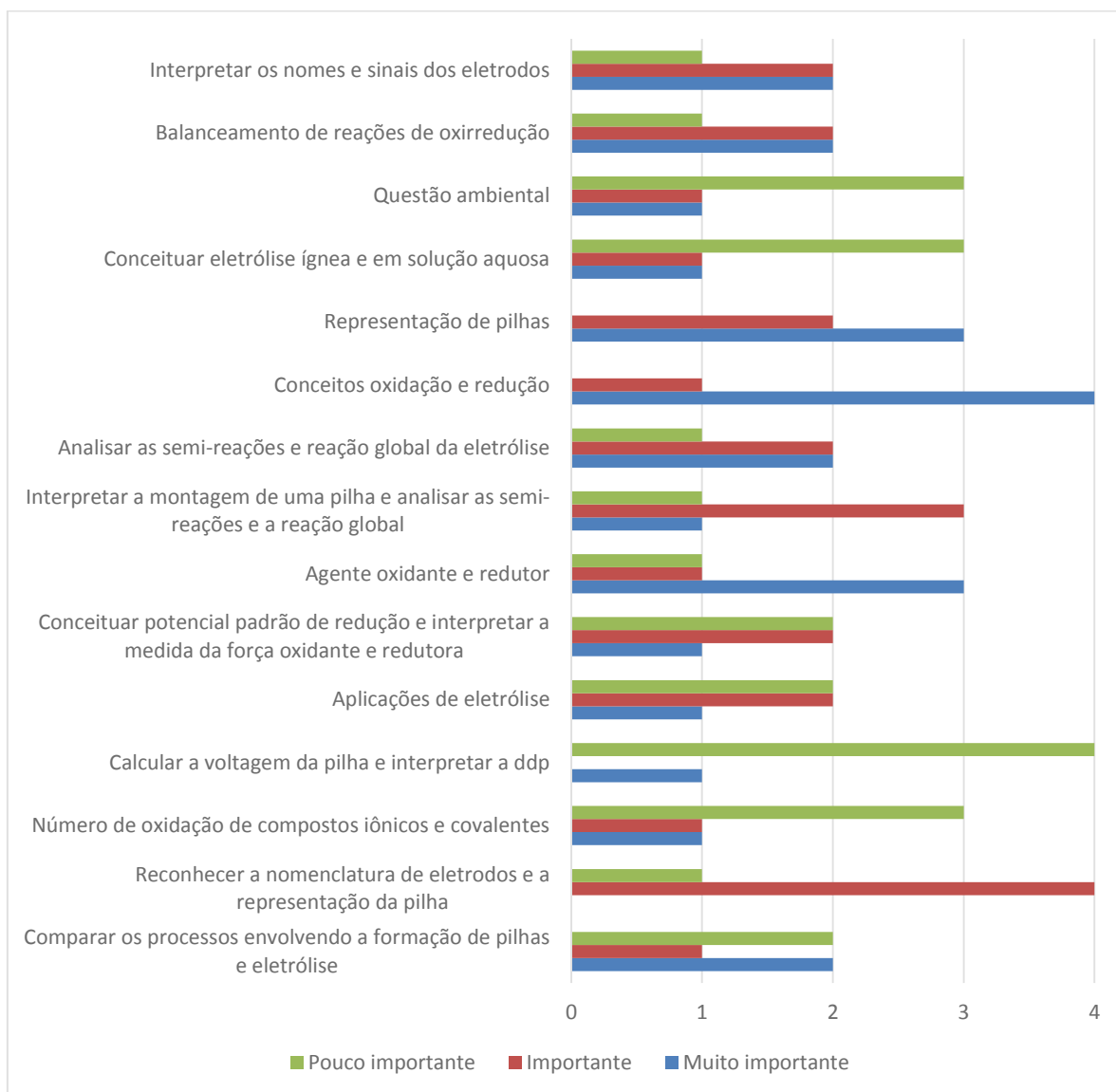
As relações entre a Eletroquímica e assuntos como Soluções, Cinética Química e Equilíbrio Químico, como sugerida por L3, não aparecem nos documentos oficiais citados.

Por fim, a L2 apresentou uma preocupação em relação à utilização de cálculos no conteúdo de Eletroquímica, fato não destacado pelos demais cursistas. No CBC, essa questão aparece em dois momentos: classificar os processos químicos como oxidação ou redução de acordo com a variação de carga elétrica das espécies (neste caso, o aluno precisa determinar o nox) e compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos de força eletromotriz de pilhas. Já em relação ao PCN+ aparece nas experiências de Faraday com o intuito de se estabelecerem relações entre os aspectos macroscópicos e microscópicos da matéria.

Em um segundo momento, os cursistas deveriam indicar, de 1 a 15, os tópicos que eles consideravam mais importantes para serem lecionados ao abordarem o conteúdo de Eletroquímica. Os 15 tópicos propostos foram retirados de livros didáticos de química da Educação Básica, aprovados pelo PNLD/2015.

Como a ordem de prioridade apresentada pelos cursistas foi diferente, optou-se pela elaboração de um gráfico, para uma melhor análise e discussão dos resultados. Consideraram-se três níveis: muito importante (1 a 5), importante (6 a 10) e pouco importante (11 a 15).

Só para ficar um pouco mais claro, no gráfico, em relação ao tópico: *interpretar os nomes e sinais dos eletrodos*, tem-se os seguintes resultados: 3ª prioridade para L1, 7ª para L2, 2ª para L3, 8ª para L4 e a 13ª na classificação do L5. Deste modo, para dois futuros professores, esse tópico é muito importante, já dois consideram importante e um deles avalia como pouco importante. Todos os resultados foram colocados no Gráfico 1.

Gráfico 1: Atividade relacionada à ordem de prioridade dos tópicos em eletroquímica.

Em síntese, observa-se que a questão ambiental foi considerada um conteúdo pouco importante, assim como: conceituar eletrólise ígnea e em solução aquosa, calcular a voltagem da pilha e interpretar a ddp, número de oxidação de compostos iônicos e covalentes.

Já os tópicos considerados muito importantes à representação de pilhas e conceitos de oxidação e redução. Em relação aos importantes, são agrupados os tópicos: interpretar a montagem de uma pilha e analisar as semirreações e a reação global, reconhecer a nomenclatura de eletrodos e a representação da pilha.

Um aspecto interessante é que cada futuro professor apresentou uma concepção em relação aos tópicos que os mesmos consideravam prioridade. Escolher a prioridade de um assunto nem sempre é uma tarefa fácil, conforme observado durante a resolução da atividade, pelos olhares e concentração dos cursistas. Geralmente, se leva em consideração a questão da

quantidade de aulas, domínio ou não do conteúdo pelo professor, relação do conteúdo com o cotidiano. Todavia, essa atividade levanta a reflexão acerca da importância e necessidades atribuídas aos conhecimentos a serem abordados. Nesse aspecto, percebe-se que não há um consenso, fato que, por si só, já demandaria um processo de formação mais reflexivo, onde fosse considerado que os conhecimentos a serem levados para a Educação Básica correspondam a uma necessidade real de aprendizagem.

Ainda, com base nessa atividade, se questionou aos cursistas se, dos tópicos listados, tem algum que eles consideram que não precisa ser abordado ao ministrar o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica. L1, L2, L3 e L4, disseram que não, ou seja, concordavam que todos os tópicos devem ser abordados. L3 e L4 apresentaram as seguintes justificativas, respectivamente:

L3: Não. Para o bom entendimento das disciplinas como, Termoquímica, Eletroquímica os conceitos acima são muito importantes.

L4: Não, até porque pelos tópicos listados pode-se trazer discussões como: poluição, fontes de energia; funcionamento de vários aparelhos; substituintes para fontes motrizes combustíveis, envelhecimento, perda de alimentos, formação de solo, etc.

Como se observa nas respostas acima, L4 se mostrou bastante preocupado em relacionar os conteúdos estudados à compreensão dos fenômenos que ocorrem no cotidiano das pessoas, já L3 relaciona o conteúdo de Eletroquímica com outros conteúdos, o que parece mais comum nos livros de ensino superior, como é o caso da relação entre eletroquímica e termodinâmica, embora esse mesmo tipo de abordagem não apareça em livros de ensino médio.

Destaca-se que, para o L5, alguns tópicos envolvendo cálculos matemáticos não necessitariam ser abordados da forma como, muitas vezes, ocorre:

L5: Calcular a voltagem da pilha e interpretar a ddp pelo fato de muitas das vezes isso é mostrado apenas para o aluno de forma superficial apenas em experimentos como um número qualquer sem fundamento e ou para comprovação da teoria, e que nos dois casos só retorna à sala em forma de cálculos sem aplicações.

Para o futuro professor, o cálculo aplicado deve fazer sentido para o aluno, ou seja, o aluno deve compreender qual é a finalidade do mesmo, ou seja, a uma excessiva matematização de alguns conteúdos da química, sem que, necessariamente, o aluno tenha clareza da relação entre o valor obtido e sua correspondência na significação de determinada característica física ou química.

Tendo como base a discussão dessa categoria, observa-se que os cursistas optaram por tópicos que consideram importantes de serem abordados. Eles não apresentaram nenhuma iniciativa em pesquisar nos documentos oficiais como esse conteúdo é sugerido para a Educação Básica. Contudo, dois futuros professores apresentaram uma preocupação em relação à abordagem dos cálculos, indicando a necessidade de que a abordagem matemática tenha um real sentido para o aluno. E por fim, cada futuro professor apresentou uma concepção em relação aos tópicos, considerando-se a prioridade de serem abordados.

4.2 O conteúdo de Eletroquímica nos documentos oficiais e nos livros didáticos

Nesta atividade, buscou-se discutir com os futuros professores a importância de se trabalhar o conteúdo de Eletroquímica de forma que o aluno compreenda e interprete fenômenos relacionados a esse assunto, tendo como base os seguintes documentos oficiais: PCNEM¹³, PCN+, CBC e BNCC¹⁴. Essa discussão não buscou apenas analisar como é sugerido que seja abordado o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica de acordo com os documentos oficiais, mas também, realizar um paralelo desses documentos com os livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD/2015 e as atividades 1.1 (Apêndice 2) e 1.2, (Apêndice 5), realizadas no primeiro encontro.

Durante a graduação, L1, L3 e L4 destacaram que realizaram a análise dos seguintes documentos oficiais: PCN, OCN, CBC e PCN+. Um ponto que chama a atenção é que, mesmo L1, L3 e L4 destacando que realizaram a análise dos documentos oficiais na graduação, eles não pesquisaram nesses documentos para responderem a tarefa proposta na atividade 1.1. Acredita-se que é fundamental conhecer o que orientam os documentos oficiais.

No entanto, quando os futuros professores foram questionados se pretendiam realizar a análise dos documentos oficiais ao abordar os diversos conteúdos químicos ao exercerem a

¹³ Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio são o resultado de meses de trabalho e de discussão realizados por especialistas e educadores de todo o país. Foram feitos para auxiliar as equipes escolares na execução de seus trabalhos. Servirão de estímulo e apoio à reflexão sobre a prática diária, ao planejamento de aulas e, sobretudo ao desenvolvimento do currículo da escola, contribuindo ainda para a atualização profissional. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/programa-nacional-biblioteca-da-escola/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>>. Acesso em Fevereiro de 2018.

¹⁴ A Base Nacional Comum Curricular é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. A Base deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em Fevereiro de 2018.

docência na Educação Básica, todos os cursistas responderam afirmativamente. Os argumentos utilizados foram variados, como se observa nas falas a seguir:

L2: Pretendo, mas não sei se há a vantagem de seguir à risca todos os conteúdos que constam nesses documentos: até que ponto determinados conteúdos são importantes para que os estudantes entendam os fenômenos do seu cotidiano?

Como se observa, a mesma não citou em qual documento seria a melhor fonte de consulta. L2 demonstra um posicionamento crítico acerca da seleção dos conteúdos, de modo que estes possam fazer sentido para os alunos por meio de sua relação com o dia a dia.

Por outro lado, a argumentação mencionada pela L3 está relacionada ao auxílio que os documentos proporcionam aos docentes para a abordagem do conteúdo e preparar os alunos para o vestibular:

L3: Sim, como são documentos oficiais poderão direcionar as matérias a serem abordadas e também ajudar o aluno após o término do Ensino Médio com um currículo mais sólido, que o ajudará em processos seletivos.

A última justificativa da futura professora nos chama a atenção, visto que, ao analisar as avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no período de 2009 até 2017, constatou-se que todo ano tem uma questão relacionada ao conteúdo de Eletroquímica. É importante destacar, que essa análise foi realizada para comparar com a resposta da cursista. As questões do ENEM relacionadas ao conteúdo de Eletroquímica, não foram discutidas durante o curso.

Já, o L4 pretende utilizar os documentos oficiais, mas levando em conta as especificidades dos seus alunos:

L4: Sim, por necessidade de adaptação ao local onde estiver lecionando (estado, região).

Mesmo os documentos oficiais sugerindo os tópicos dos conteúdos que devem ser abordados, o professor também deve apresentar autonomia para a seleção dos conteúdos, principalmente devido aos desafios enfrentados no ambiente escolar.

Em seguida, os cursistas deveriam indicar, com base na análise dos documentos oficiais, referente ao conteúdo de Eletroquímica, se haveria algum tópico que eles “acrescentariam” ou “eliminariam” na atividade 1.1 e 1.2.

Em relação à atividade 1.1, o L3 eliminaria um tópico e o L4, acrescentaria:

L3: *Sim, eliminaria conteúdo como, por exemplo, energia térmica nas reações químicas.*

L4: *Acrescentaria a relação do conteúdo com processo histórico e social.*

Já, na atividade 1.2, dois futuros professores destacaram que eliminariam alguns tópicos:

L2: *Excluiria os itens marcados como: 13; 09 e 07.*

L3: *Sim, eliminaria, pois são poucas aulas, então o conteúdo como conceituar eletrólise ígnea e em solução aquosa, aplicações de eletrólise.*

Os itens mencionados pela L2 se referem a: Calcular a voltagem da pilha e interpretar a ddp, interpretar os nomes e sinais dos eletrodos e aplicações de eletrólise. Mais uma vez, a L2 apresentou uma preocupação em relação ao cálculo. Por outro lado, a L3 apresenta uma preocupação em relação à quantidade de aula, mas exclui assuntos relevantes para compreender alguns usos no sistema produtivo.

Posteriormente, os futuros professores foram questionados se o livro analisado (Apêndice 7) contemplava o que estava proposto nos documentos oficiais. Os cursistas citaram os tópicos que eram ou não contemplados.

A L1 destacou todos os tópicos presentes no livro de Mortimer e Machado (2013, v.2) que estavam de acordo com os documentos oficiais. De acordo com a análise realizada pela cursista, os tópicos sugeridos nos documentos oficiais são abordados neste livro. Mas, não fez maiores comentários acerca dos conteúdos.

Já, a L2, para o livro de Fonseca (2013, v.2), apresenta uma análise bem detalhada, destacando os tópicos que são ou não abordados:

L2: *PCN: O livro atende com maior ênfase as questões ambientais do que as demais questões, como sociais, políticas, econômicas e históricas. A produção de energia é apresentada de forma bastante sistematizada.*

PCN+: A tabela de potencial padrão está localizada bem no início do capítulo. No último capítulo da unidade, a autora aborda as Leis de Faraday e suas aplicações. Ao meu ver a parte histórica apresentada pelo livro se limita mais a biografia de cientista do que o contexto social observado/vivenciado na época.

CBC: O livro atende ao item de entendimento de variação de NOX de determinados elementos em diferentes compostos (item 9.1.1); ao item de compreender os processos de oxidação/redução partindo-se da variação do NOX de um mesmo elemento (por exemplo, redução do cátion de chumbo IV em chumbo II), (item 9.2.1); também atende ao item 9.2.2 ao esquematizar o processo de uma pilha, a autora evidencia o movimento de elétrons. Já os itens 9.2.3 e 9.2.4 não são abordados pela autora. Aos demais itens restantes o livro atende aos 32.1.1; 32.1.2 (de forma livre); 32.1.3; 32.1.4; 32.1.5; 32.1.6 (muito aprofundada); 32.1.2 (dividida entre ígnea e aquosa). O item 32.2.2 e 32.2.3 é abordado por meio de textos complementares.

BNCC: A meu ver, a Base só deu uma “roupagem nova” às abordagens de todos os documentos que a precediam. Assim, não percebi nenhum item regional, até mesmo pela data de edição do livro didático ser anterior à data de publicação da Base.

Assim, o livro analisado pela L2 discute mais a questão ambiental, do que as demais questões mencionadas pelo PCN. Além disso, destacou que em relação ao CBC, os tópicos: Relacionar a formação de íons à relação entre o número de prótons e elétrons e relacionar o movimento de elétrons e de íons com a condução de corrente elétrica não foram contemplados. Entretanto, estes tópicos aparecem no livro que a cursista analisou, a mesma não deve ter compreendido com tais tópicos são abordados no material didático.

A L3, ao analisar o livro de Antunes (2013, v.2), não fez maiores comentários, mas indicou as páginas onde os conteúdos apareciam:

L3: PCN: Não foram encontradas questões ambientais. Já contexto histórico em alguns box sim, mas bem sucinto (pág. 219)

PCN+: Não (experiência de Faraday não foi encontrado), apenas um pequeno texto (pág. 267); Potencial padrão esse sim, na página 222.

CBC: Identificar Nox: sim- pág. 206; Conceito de oxidação e redução: pág. 248 e 249; Movimento de elétrons: pag. 205 - transferência de elétrons; Número de prótons e elétrons: elétron sim; Princípio básico do funcionamento de uma pilha: Sim pág: 233; Transformação química (semirreação): sim; Força eletromotriz das pilhas: não; Impacto ambiental: sim pág. 225; Eletrólise (funcionamento): sim pág.: 249; Eletrólise Al (obtenção): sim pág. 254; Impacto ambiental para obtenção do Al: não

BNCC: Oxidação e redução: sim pág.: 248 e 249; Obtenção de metais: não.

A L3, em sua análise, apresenta uma controvérsia em relação à questão ambiental. Na análise do PCN, comentou que não é abordada a questão ambiental, porém ao discutir o CBC disse que sim, inclusive indicando uma página onde os impactos ambientais eram apresentados.

O L4 apresenta uma análise bem geral em relação à abordagem dos conteúdos presentes no livro de Santos e Mól (2013, v.2):

L4: PCN: Abordagem social, econômica, histórica e ambiental (traz textos diversificados para trabalhar os itens citados).

PCN+: Só não encontrei nada das experiências de Faraday, mas não tenho certeza se é falta do livro ou se eu que deixei passar (não aparece no sumário).

CBC: É possível notar que, à medida que se avança no texto, a formação das habilidades descritas; Não aparece a relação Nox x prótons e elétrons; Trabalha de forma interessante (quase cotidiana) a relação íon x movimento de elétrons; Não cita a relação eletrólise x alumínio, mas cita a célula combustível (que eu acho melhor).

Base: trabalha os itens citados.

Tendo como base a resposta do L4, observa-se que o mesmo pesquisou os tópicos no sumário, fato não evidenciado na resposta demais cursistas. Com a realização dessa tarefa, os futuros professores mencionaram que não conheciam a BCNN, exceto a L2, mas que de forma bem superficial, que já ouviram falar. Porém, foi destacado pela pesquisadora, que a mesma ainda se encontrava em fase de elaboração.

No final da atividade, realizou-se uma discussão sobre o tópico “Balanceamento de Reações de Oxirredução”, verificando se este assunto era proposto pelos documentos oficiais. A pesquisadora comentou sobre sua experiência profissional, pois, como já destacado anteriormente, ao ministrar este tópico foram utilizadas em torno de 6 aulas e foi verificado que poucos alunos realmente compreenderam o assunto.

Desse modo, esse tópico foi procurado nos documentos oficiais e os participantes verificaram que este tópico não era sugerido naqueles que foram analisados. Ao término da discussão, os participantes mudaram suas concepções em relação à abordagem deste tópico, pois, no primeiro encontro, muitos mencionaram que deveria ser ministrado pelos docentes na Educação Básica e, após avaliar tanto a dificuldade quanto a contribuição desse tópico para a aprendizagem do tema, todos afirmaram que esta parte específica do conteúdo não seria inserida em suas aulas, no futuro.

Em síntese, os cursistas já discutiram os documentos oficiais citados, exceto o BNCC, durante a graduação. Os futuros professores afirmaram que vão pesquisar nos documentos oficiais para a elaboração de suas aulas, porém, alguns destacaram que devem levar em consideração a realidade escolar, e a relação do conteúdo com o cotidiano do aluno. Como o tempo para análise foi insuficiente, os alunos realizaram uma breve análise, exceto a L2. Para que a análise fosse mais completa, os mesmos deveriam realizar uma leitura do capítulo, verificando se as habilidades são ou não contempladas e não apenas folhear as páginas, como acabou sendo feito.

4.3 Dificuldades conceituais dos futuros professores em relação ao conteúdo de Eletroquímica

Durante a discussão do artigo: “Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química”, qual foi realizada durante o 4º encontro (Apêndice 8) a fala da L1 com a pesquisadora nos chamou a atenção:

L1: Você deveria abordar as pilhas de concentração, eu nunca ouvi falar, não sei o que é.

P: Nunca?

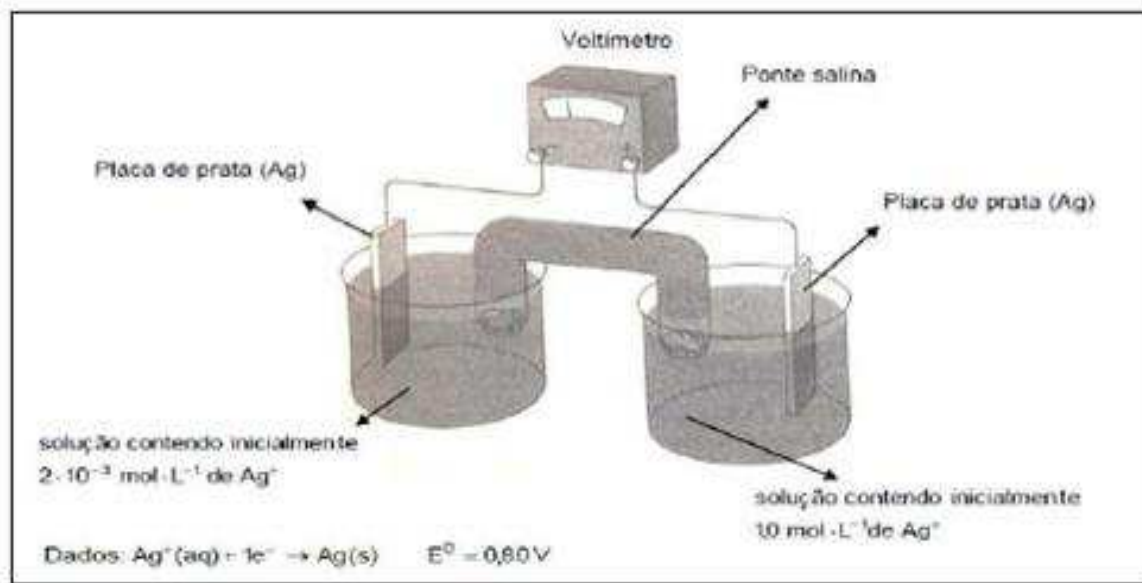
L1: Não.

P: Calma! Pode deixar esse tópico será discutido no curso então.

Neste momento o L5, menciona para a L1:

L5: Olha a imagem, a concentração das soluções é diferente.

Figura 5: Pilha de concentração



Fonte: Freire, Silva Júnior, Silva, 2011, p. 4

Na sequência, a L2 destaca:

L2: Eu não me lembro de ter estudado esse assunto na graduação.

As falas da L1 e da L2 são preocupantes, pois, L1 e L2 já cursaram a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica e as demais disciplinas (Química Geral, Química Analítica Qualitativa e Química Analítica Quantitativa) que abordam o conteúdo de Eletroquímica e não se lembram de ter estudado esse tópico na graduação, o que leva a inferência de que o aprendizado se deu de maneira mecânica, sem que houvesse uma construção conceitual.

No artigo discutido que levantou a questão sobre a pilha de concentração, os autores verificaram que os sujeitos participantes da pesquisa possuíam uma maior compreensão em relação à Pilha de Daniell do que à Pilha de Concentração e uma das dificuldades apontadas

pelos mesmos são: desconhecimento da pilha de concentração e não reconhecer a influência da concentração das soluções nesse tipo de pilha.

Assim, quando “uma das semicela consiste de um eletrodo de prata mergulhado numa solução 1mol/L de Ag^+ , enquanto a outra semicela é constituída pelo mesmo eletrodo de prata, porém mergulhado numa solução 0,01 mol/L de Ag^+ ”, tem-se uma célula de concentração. (MAHAN, MYERS, 1995, p.180). Nesse caso, uma simples diferença de concentração pode gerar uma diferença de potencial, embora o potencial padrão da célula seja igual à zero.

Neste caso, quando uma solução concentrada é colocada em contato físico com uma solução mais diluída, elas se misturam espontaneamente no sentido de formar uma solução de concentração intermediária e uniforme. O potencial das células de concentração é a medida desta tendência natural das soluções de diferentes concentrações se misturarem ao serem colocadas em contato. (MAHAN, MYERS, 1995, p. 180).

Acreditamos que os professores da área de ensino de química e da área de físico-química devem conversar para a elaboração do planejamento da disciplina, ao analisar as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Química, verificando o que este documento sugere que seja abordado no conteúdo de Eletroquímica, não foi encontrado nenhum conteúdo básico específico sobre este assunto:

Química (Teoria e laboratório): propriedades físico-químicas das substâncias e dos materiais; estrutura atômica e molecular; análise química (métodos químicos e físicos e controle de qualidade analítico); termodinâmica química; cinética química; estudo de compostos orgânicos, organometálicos, compostos de coordenação, macromoléculas e biomoléculas; técnicas básicas de laboratório (BRASIL, 2001, p. 9).

Nota-se que esse documento é bem flexível e superficial, permitindo que as Universidades trabalhem os diferentes conteúdos obrigatórios da forma que acharem interessante. Acredita-se que os documentos oficiais da Educação Básica são, nesse ponto, mais direcionados e dão menos margem para variações de conteúdo.

Rocha (2013) realizou uma análise de sete ementas referentes aos anos de 2007 a 2011 das disciplinas de Físico-Química de Instituições Federais de Ensino Superior. Com base na pesquisa, constatou que alguns desses conteúdos são introduzidos em disciplinas de Química Geral e Química Analítica Qualitativa. (ROCHA, 2013).

Em uma das ementas analisadas, este conteúdo é trabalhado na disciplina de Química Inorgânica (ROCHA, 2013, p. 32). Durante a análise das sete ementas das disciplinas de Físico-Química das IFES, a pesquisadora apontou que não há clareza de quais serão os

tópicos abordados no conteúdo em questão. Por exemplo, a minoria destes documentos contempla o conteúdo de Eletrólise. Além disso, apenas duas ementas mencionaram uma relação do conteúdo com os processos eletroquímicos industriais (ROCHA, 2013).

Ao discutir as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes da Educação Básica sobre o conteúdo de Eletroquímica, atividade que ocorreu no 4º encontro (Apêndice 8), a L3 comentou sobre a experiência da pilha de Daniell, utilizando a batata como o meio eletrolítico. Porém, ao relatar a experiência, a participante destacou o termo “Pilha de Batata”. Deste modo, a pesquisadora explicou que este tipo de pilha é de Daniell, bem como as pilhas de “coca-cola e limão”, o que muda apenas são as soluções eletrolíticas. Os participantes ficaram surpresos, exceto o L5, que relata que já havia lido essa informação em um livro didático.

Uma célula eletroquímica é constituída de dois eletrodos, o ânodo e o cátodo, mergulhados em uma solução aquosa ou solvente contendo íons, conhecida como eletrólito. O eletrólito pode ser líquido, sólido ou pastoso, mas deve ser, sempre, um condutor iônico. Quando os eletrodos são conectados a um aparelho elétrico uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos oxida-se espontaneamente liberando elétrons (ânodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (cátodo ou eletrodo positivo). (SARTORI et al., 2003; BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

Continuando a discussão em relação às dificuldades apresentadas pelos estudantes, tendo como tópico a ponte salina, o licenciando L5 questiona aos demais participantes: *Vocês sabem por que utilizamos o KI ou KCl na ponte salina?* Os participantes disseram que não, então ele explicou que tem uma relação com a inorgânica, que é devido ao tamanho do íon potássio. Contribuições como essas apareceram constantemente nos encontros do curso de extensão, incentivadas pela forma de abordagem, ou seja, de construção conjunta e não de transmissão de certezas ou de receitas prontas.

Neste mesmo encontro, o L5 destacou que o entendimento que ele possuía em relação ao conteúdo de Eletroquímica, foi adquirido observando aulas de uma professora de Química da Educação Básica, enquanto bolsista do PIBID. Deste modo, fica mais evidente a necessidade de repensar as ementas da graduação.

Sobre a atividade de discussão do referido texto, os participantes gostaram e disseram que os resultados apresentados na pesquisa concordavam basicamente com o que eles pensavam. Mas, tendo em vista o conhecimento de conceitos específicos, a L1 comenta que, durante o curso de extensão deveria ser abordado à parte da pilha de concentração, porque ela

não sabe o que é. Da mesma forma, dois participantes também comentaram que não estudaram esse tipo de pilha na graduação.

Ao comentar com os futuros professores, os resultados alcançados com a aplicação da SDP, o L5 comenta em relação ao tópico de reatividade: *Você pegou pesado com os alunos?* Fazendo referência às questões que os alunos deveriam responder, pois para L5, foram consideradas difíceis (Apêndice 6). A pesquisadora comentou que essas questões tinham objetivos motivacionais e, também, para verificar a concepção dos alunos em relação ao assunto.

O L4, durante a discussão das dificuldades, relatou que ele consegue lembrar que a oxidação, ocorre pela perda de elétrons de uma espécie e a redução pelo ganho, devido a uma memorização: na palavra oxidação, a sílaba da, lembra doa, já na palavra redução, a sílaba re, lembra recebe.

Vale ressaltar que ao comentar com os cursistas o tópico de Nox, este foi relacionado com o conteúdo de Tabela Periódica, visto que em muitos casos, ocorre a memorização dos estudantes ao aprender esse assunto. O L3 e o L4 comentaram que não conheciam essa relação, entre o Nox e a Tabela Periódica.

4.3.1 Experiência “vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”

Após a realização da experiência “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”, cada um deveria responder algumas questões relacionadas à mesma. (Apêndice 5).

Todos determinaram corretamente o nox do Mn na substância KMnO_4 , ou seja: +7. Em relação às evidências que indicam que, durante o experimento, o Mn foi reduzido, os participantes mencionaram que é devido à mudança de coloração, porém o L5 destaca:

A mudança de coloração indicando que a vitamina C consegue reduzir.

Nessa mesma atividade, os cursistas ainda identificaram de forma correta o agente redutor (Vitamina C) e quem é o agente oxidante (KMnO_4), exceto o L4, como se observa:

L4: Mn: Agente oxidante, pois reduziu

Vitamina C: Agente oxidante, pois o outro reduziu, logo ele oxidou.

Este tipo de dificuldade apresentado pelo L4 é comum entre os estudantes, da educação básica.

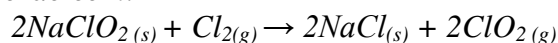
4.3.2 Avaliação

Elaborou-se uma avaliação (Apêndice 6), composta por seis questões, sendo cinco discursivas. Para a elaboração, pesquisou-se em livros de química da Educação Básica aprovados pelo PNLD/2015. As questões, bem como as respostas dos cursistas serão apresentadas a seguir. É importante destacar, que as respostas foram comparadas com conceitos presentes em livros didáticos do ensino superior e da educação básica e em artigos da Revista Química Nova na Escola.

No final do segundo encontro, aplicou-se uma avaliação a fim de estimar o conhecimento sobre o assunto. Durante o momento que os participantes estavam respondendo, L1 e L4 perguntaram se os professores das disciplinas de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica não teriam acesso, visto que estavam apreensivos acerca de suas habilidades em resolver os exercícios.

A L1 faltou no dia dessa avaliação, desse modo, será apresentada a concepção de apenas quatro cursistas. Seguem as questões e as respectivas respostas:

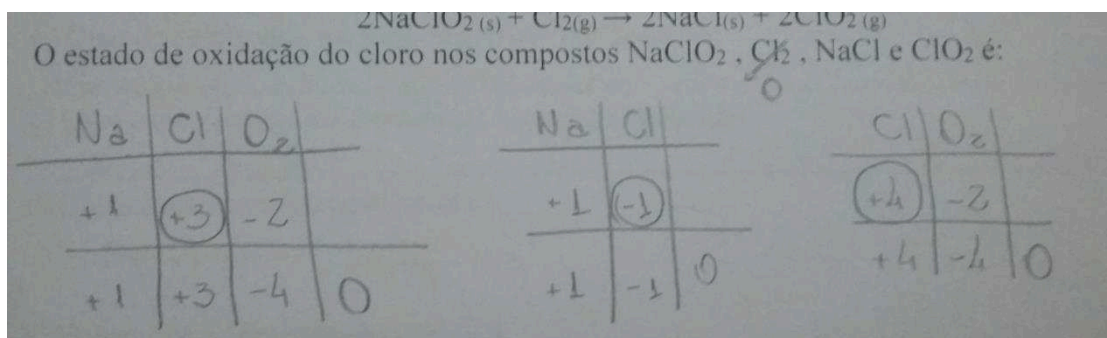
1- O dióxido de cloro vem substituindo o cloro (Cl_2) em muitas estações de tratamento de água para abastecimento público de países desenvolvidos, pois investigações em laboratório têm mostrado que o Cl_2 , na presença de matéria orgânica, pode produzir compostos organoclorados, altamente tóxicos. O dióxido de cloro pode ser obtido pela reação entre clorito de sódio e Cl_2 de acordo com:



O estado de oxidação do cloro nos compostos $NaClO_2$, Cl_2 , $NaCl$ e ClO_2 é:

Como se observa na Figura 6, todos os cursistas determinaram corretamente o estado de oxidação do cloro, em cada composto, ou seja, +3, 0, -1; +4, respectivamente.

Figura 6: Resposta da questão 1 da avaliação pela L2.



2- Para estocar solução de nitrato de níquel II, o dono de uma indústria dispõe de um tanque de ferro, um de chumbo e mais dois: um revestido de estanho, e outro de zinco. Quais tanques podem ser utilizados para a estocagem?

Devemos levar em consideração, que um metal é mais reativo que outro quando apresenta maior tendência a doar elétrons, ou seja, maior eletropositividade. (FONSECA, 2016, p. 240) Ao se comparar a reatividade dos metais mencionados no exercício, poderão ser utilizados tanques de chumbo e o revestido com estanho, pois esses metais são menos reativos que o níquel. É importante destacar que para responder esta questão os cursistas tiveram acesso a série de reatividade dos metais como informação, como se observa no Apêndice 6.

Os L2 e L4 responderam corretamente, ou seja, estanho e chumbo. O L5, respondeu apenas o chumbo, pois não levou em consideração que são quatro tanques, onde dois são revestidos. Entretanto, apenas o L5, justificou a sua escolha, utilizando uma justificativa correta:

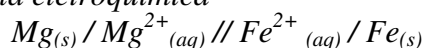
L5: Pela série de reatividade dos metais, o mais adequado seria o Pb, já que é menos reativo.

Por outro lado, a L3 apresentou dificuldade em responder a questão. Durante a avaliação, a licencianda comentou que precisava do valor do potencial padrão dos metais para responder à questão, demonstrando pouca familiaridade com a tabela fornecida. Entretanto, a tabela fornecida continha as informações suficientes para responder a questão.

A cursista escreveu as semirreações de oxidação dos metais, porém indicou o zinco pela maior facilidade de oxidação, ou seja, utilizando uma lógica inversa ao que foi solicitado pela questão. Visto que, se colocar em contato um metal Zn, mais reativo, na forma de substância simples (NOX de Zn = 0), com outro metal Sn^{2+} , menos reativo, na forma de cátion (NOX de Sn > 0), constituindo uma substância iônica, vai ocorrer uma transferência espontânea de elétrons do metal Zn para o cátion do metal Sn. (FONSECA, 2016).

Realmente o zinco apresenta uma maior facilidade de oxidação, ao colocar em contato com uma solução de nitrato de níquel II, vai ocorrer uma reação, porém, como a proposta era para estocar esta solução, deve-se escolher tanques onde a reação não ocorra.

3- Podemos dizer que, na célula eletroquímica



a) o magnésio sofre redução.

b) o ferro é o ânodo.

c) os elétrons fluem, pelo circuito externo, do magnésio para o ferro.

d) há dissolução do eletrodo de ferro.

e) a concentração da solução de Mg^{2+} diminui com o tempo.

A representação é a notação química de uma pilha. L3 mencionou que a alternativa A era a correta. Ao analisar a representação da pilha, nota-se que o metal Mg perdeu elétrons na

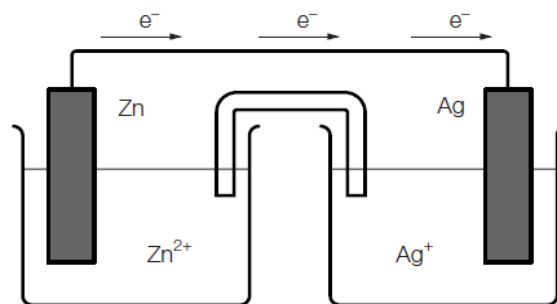
reação, transformando-se numa substância com carga elétrica positiva (cátion), ou seja, seu estado de oxidação atinge valores mais positivos. Enquanto isso, o ferro em solução recebe elétrons, tornando-se neutro (forma metálica), ou seja, foi reduzido e seu estado de oxidação diminui. (SARTORI; BATISTA; FATIBELLO-FILHO, 2008). Neste caso, a resposta A, marcada por L3 é considerada incorreta.

Analisando a representação, e a discussão apresentada no parágrafo anterior, o eletrodo onde ocorre o processo de oxidação é o ânodo ou polo negativo da pilha, já o eletrodo onde ocorre redução é o cátodo ou polo positivo da pilha. Deste modo, a alternativa B é incorreta, pois, o eletrodo de ferro é o cátodo e o de magnésio o ânodo. O L4 considerou essa alternativa como sendo correta.

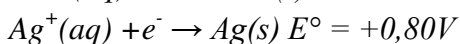
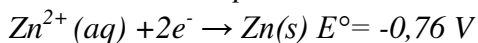
Neste sentido, a alternativa correta é a letra C. Os participantes L2 e L5 marcaram essa opção.

No ânodo a placa do metal, diminui de massa, ou seja, sua espessura, ao mesmo tempo em que a concentração de cátions em solução aumenta e, conseqüentemente, no cátodo há um aumento de massa do eletrodo, ao mesmo tempo em que a concentração de cátions em solução diminui. (FONSECA, 2016). Neste caso, as letras D e E são consideradas incorretas.

4- O esquema abaixo representa uma cela galvânica (pilha), ressaltando o sentido de movimentação dos elétrons.



Considerando os potenciais de semicela:



a) Qual dos eletrodos é o ânodo? Qual é o cátodo?

Para a resolução desta questão devemos levar em consideração o potencial padrão das semicelas. O valor do potencial é determinado experimentalmente, geralmente nas condições-padrão (1mol/L e 100 KPa). Os valores são mais frequentemente tabulados a 25 °C, entre o

eletrodo dessas semicelas e o eletrodo padrão de hidrogênio. Assim, se interligarmos a um eletrodo de hidrogênio outro eletrodo de um metal M qualquer, pode-se medir seu potencial. A medida do potencial de um eletrodo é feita por um voltímetro, aparelho que acusa a tensão elétrica ou a diferença de potencial entre dois eletrodos, assim como o sentido da corrente elétrica. Como o eletrodo de hidrogênio tem, por convenção, potencial igual à zero, a diferença de potencial acusada no voltímetro será o próprio potencial do eletrodo do metal M. (FONSECA, 2016). Quanto menor o potencial-padrão de redução, maior a capacidade que o metal possui em doar elétrons, e vice-versa.

Tendo como base, a discussão apresentada e os conceitos discutidos na terceira questão, o ânodo é o eletrodo de zinco e o cátodo, o eletrodo de prata. Os L3 e L4 acertaram já L2 e L5, inverteram. “*O Zinco é o cátodo e o ânodo é a prata*”.

Um aspecto que deve ser destacado é que, durante a resolução desta questão, o L4 questiona se o valor do potencial informado é de redução ou oxidação, novamente indicando que esse tipo de informação não parece ter sido muito utilizado anteriormente.

b) Qual dos eletrodos é o polo negativo? E o positivo?

O eletrodo onde ocorre o processo de oxidação é o polo negativo e a redução o positivo, uma vez que os elétrons fluem do ânodo para o cátodo, por isso o ânodo é rotulado com um sinal negativo e o cátodo com um sinal positivo.

Assim, o eletrodo de zinco é o polo negativo e o positivo é o eletrodo de prata. Entretanto, como destacam Brown, LeMay e Bursten (2007, p. 729), esses rótulos indicam simplesmente qual é o eletrodo o quais os elétrons são liberados para o circuito externo (o ânodo) e recebidos no cátodo. As cargas reais nos eletrodos são praticamente zero.

Nesta questão, apenas a L3 e o L4 acertaram, os outros dois cursistas inverteram os polos, como se observa: *O eletrodo positivo é o zinco, e o negativo a prata.*

c) Qual espécie química é oxidada? E qual é a reduzida?

A espécie Zn^0 é oxidada e a Ag^+ é reduzida, apenas o L4, respondeu dessa forma. O Zn(s) é a espécie que transfere seus elétrons para $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$. Os demais mencionaram o zinco é oxidado e a prata reduzida, os mesmos não se preocuparam com a linguagem, que é a espécie. Esse mesmo fato foi evidenciado ao aplicar a avaliação bimestral para os alunos do 2º ano do ensino médio, o qual a sequência foi aplicada. A maioria entendeu em qual dos eletrodos

ocorre o processo de oxidação e redução, mas apresentaram dificuldade em identificar a espécie.

d) Equacione a semirreação anódica.

No exercício, foi dado o valor de potencial-padrão de redução. Como destacado por Masterton e Slowinski (1977 *apud* SARTORI, BATISTA, FATIBELLO-FILHO, 2008), por definição, quanto mais positivo o valor do potencial-padrão de redução de uma semirreação, maior é a tendência de essa semirreação ocorrer na forma como está escrita, neste caso semirreação com menor valor de potencial-padrão de redução deve ser invertida, indicando que essa substância sofrerá oxidação.

Como já era de se esperar, tendo como base as questões anteriores, L2 e L5 responderam de forma errônea, ou seja, consideraram a semirreação da prata, que no caso é catódica.

Analisando o potencial padrão, a prata tem uma maior tendência em ocorrer o processo de redução. L2, L3 e L5 representaram de forma incorreta a semirreação anódica. A L3 apresenta a semirreação de redução ($Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$), e no ânodo ocorre a semirreação de oxidação, o L2 e L5, representada a semirreação catódica ($Ag_{(s)} \rightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$). O único de representou de forma correta foi o L4.

e) Equacione a semirreação catódica.

Na letra anterior, L2, L3 e L5 representaram de maneira incorreta a semirreação anódica, esse mesmo erro se repetiu para a semirreação catódica. Analisando a equação representada por L2, refere-se a uma semirreação de redução, porém observando o potencial padrão, o zinco tem uma maior tendência em perder elétrons, ocorre assim uma oxidação.

Em uma cela galvânica, o cátodo tem um potencial mais elevado do que o ânodo. As espécies que sofrem redução retiraram elétrons do eletrodo metálico que fica então com carga positiva em excesso, deste modo, há um potencial elétrico alto. No ânodo, a oxidação é o resultado da transferência de elétrons para o eletrodo, que fica então com excesso de carga negativa, correspondendo a um potencial elétrico baixo. (ATKINS, PAULA, 2008).

A L3 considera que no eletrodo de prata ocorre a reação de oxidação, a mesma concepção é apresentada pelo L5, entretanto, considerando o eletrodo de zinco.

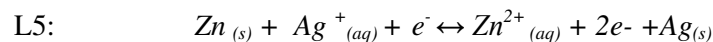
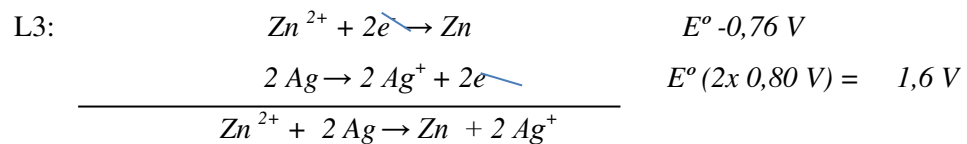
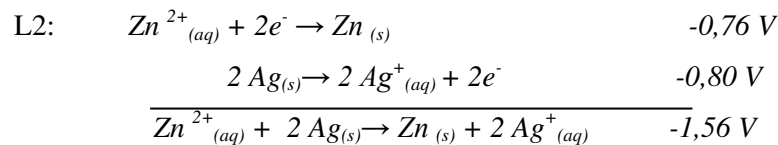
A L3 comenta na segunda questão que é impossível responder a mesma sem o potencial-padrão, porém, de acordo com suas respostas, fica evidente que a futura professora apresenta uma dificuldade também em consultá-lo.

Mais uma vez, quem representa de forma correta é o L4.

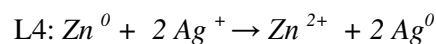
f) *Equacione a reação global da pilha.*

O somatório das semirreações anódica e catódica resulta na reação global, que ocorre no processo, sendo os elétrons cancelados durante esse somatório, o que é indispensável para o balanceamento da equação. O número total de elétrons perdidos por uma espécie deve ser igual ao número total de elétrons recebidos pela outra espécie. (SARTORI, BATISTA, FATIBELLO-FILHO, 2008).

As semirreações foram apresentadas de forma errônea, por L2, L3 e L5, conseqüentemente a reação global também. A seguir, as representações de L2, L3 e L5:



L2 e L3 multiplicaram os coeficientes das semirreações, de modo a deixá-las com o mesmo número de elétrons. Fato não observado na resposta da L5. Entretanto, a L3 multiplicou o E° . O potencial de redução não depende da quantidade de matéria do elemento, ao multiplicar uma reação altera apenas os coeficientes, o E° não é alterado. Na representação a seguir, o L4 utiliza as informações corretamente:



g) Calcule o valor de ΔE° para essa pilha. (Dados: $\Delta E^\circ = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ânodo}}$)

Nessa questão, um fato que chama a atenção é que apenas o L3 determinou o ΔE° de maneira correta. Por outro lado, o L4, que havia acertado todas as letras dessa questão, errou o valor do ΔE° e ainda multiplicou o E° referente a oxidação de Ag por dois. A L2 determinou que a reação é não espontânea, mas, neste caso, é espontânea.

$$\text{L2: } \Delta E^\circ = -1,56 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{L3: } \Delta E^\circ &= +0,80 - (-0,76) \\ \Delta E^\circ &= +1,56 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{L4: } &1,60 - (-0,76) \\ \Delta E^\circ &= 2,36 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{L5: } \Delta E^\circ &= +0,76 - 0,80 \\ \Delta E^\circ &= -0,4 \text{ V} \end{aligned}$$

5- Qual a diferença entre uma pilha e uma bateria?

O termo pilha deveria ser empregado para se referir a um dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de maneira a produzir energia elétrica. Já bateria, para se referir a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente. (BOCCHI, FERRACIN, BIAGGIO, 2000).

Nesta atividade o L4, deixou em branco, os demais responderam.

L2: Bateria é recarregável (há manutenção das cargas) e a pilha não é.

L5: A pilha geralmente conhecida tem em sua composição um tempo de vida e que normalmente acaba, já a bateria pode ser recarregada durante um longo período.

As baterias primárias não são recarregáveis, já as baterias secundárias sim, e podem ser reutilizadas muitas vezes pelos usuários. (BOCCHI, FERRACIN, BIAGGIO, 2000). Em uma pilha, a transformação deixa de acontecer assim que toda a energia química é transformada em energia elétrica. Como as baterias são formadas por várias pilhas, essas

produzem uma corrente elétrica mais duradora que as pilhas, por isso o seu período de funcionamento é mais longo.

O L5 destaca a questão da composição, que é um fato que deve ser levado em consideração, já que atualmente, no mercado, existem diferentes tipos de pilhas e baterias. Assim, um fato que deve ser levado em consideração é a disposição em série ou paralelo, visto que

A maioria dos aparelhos eletroeletrônicos que usam pilhas requer, quase sempre, mais de uma pilha. Um agrupamento de pilhas em série fornece maiores potenciais, enquanto que em paralelo, maiores correntes elétricas. Supondo-se pilhas de 1,5 V, um agrupamento contendo quatro dessas pilhas em paralelo fornece um potencial de 1,5 V, mas a corrente elétrica é quatro vezes maior do que aquela gerada por uma única pilha. Já um agrupamento dessas mesmas pilhas em série um potencial de 6,0 V e a mesma corrente elétrica que a de uma única pilha. (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000, p. 4).

De um modo geral, as respostas mencionadas pelos licenciandos estavam corretas. Em relação à resposta da L3, também: *A bateria é várias pilhas ligadas em série.*

6- O que é eletrólise?

A eletrólise é um processo no qual se induz um fluxo de corrente no sentido inverso ao do processo espontâneo, por meio da aplicação de um potencial externo. (MAHAN, MYERS, 1995, p. 187).

Nesta questão a L3, mencionou que não lembrava a definição. L4 e L5 definiram de forma correta.

L4: *Reações que necessitam de passagem de corrente elétrica para acontecer.*

L5: *É um processo em que se usa eletricidade para fazer com que reações não espontâneas ocorram.*

L2: *Eletrólise é quando há a geração de energia elétrica através de uma reação química.*

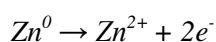
Já a definição apresentada pela L2, se assemelha mais a de uma cela galvânica, visto que a eletrólise ocorre quando há conversão de energia elétrica em energia química.

No último encontro (Apêndice 10), estavam presentes apenas dois cursistas, desse modo, eles responderam quatro questões relacionadas à célula galvânica. Essas questões foram retiradas do livro dos autores Mortimer e Machado (2013):

1- *Elabore uma possível explicação para o fato de a massa da placa de zinco diminuir. Escreva a equação química que representa o que ocorreu.*

A resposta esperada era que os alunos destacassem que houve diminuição da massa na placa de zinco, indicando que esse metal estava sendo consumido. Como as reações na pilha são de oxirredução, o zinco estava se oxidando. $Zn^0 (s) \rightarrow Zn^{2+} (aq) + 2e^-$ (MORTIMER, MACHADO, 2016). Observam-se as respostas:

L2: *A massa da placa de zinco diminui, porque o zinco metálico (Zn^0) perde elétrons e sai para a solução na forma iônica (como Zn^{2+})*



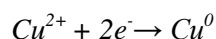
L4: *Na reação, o Zn^0 oxida para Zn^{2+} , fazendo com que esses átomos de Zn^0 saindo do metal e fiquem na solução como o íon Zn^{2+}*



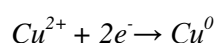
Como se percebe, esses cursistas compreenderam o que propunha a questão e conheciam as reações correspondentes.

2- *Elabore uma possível explicação para o fato de a placa de cobre aumentar de massa. Escreva a equação química que representa o que ocorreu.*

L2: *A massa da placa de cobre aumenta, pois os íons de cobre em solução (Cu^{2+}) recebem os elétrons cedidos pelo zinco e se transformam em cobre metálico (Cu^0).*



L4: *No sentido contrário à reação anterior, os íons na solução de Cu^{2+} reduzem para Cu^0 e esses íons depositam na placa já existente na forma de Cu^0 .*

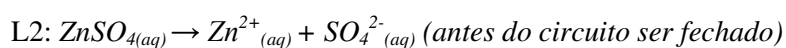


Isso acontece porque a tendência de oxidação do Zn é maior que a do Cu, ao passo que a tendência de redução do Cu é maior que a do Zn.

Os dois futuros professores explicaram corretamente a questão, inclusive o L4 utilizou o argumento do potencial-padrão para justificar seu raciocínio.

3- *Na pilha de Daniell, temos uma solução de $ZnSO_{4(aq)}$. Antes de o circuito ser fechado, o número de íons Zn^{2+} na solução é igual ao número de íons SO_4^{2-} . O que ocorre com a quantidade de íons, após o circuito ser fechado, à medida que o tempo passa?*

A resposta esperada era de que após o circuito ser fechado, à medida que o tempo passasse, a concentração dos íons $Zn^{2+}_{(aq)}$ aumentaria. (MORTIMER, MACHADO, 2016). Assim, observa-se, pelas respostas, que ambos conhecem o assunto:



Ao ser fechado o circuito, há em excesso a “formação” de íon de zinco.

L4: Aumenta

4- Considere um sistema no qual a lâmina de zinco seja mergulhada em solução de CuSO_4 . Esse sistema pode ser considerado uma pilha?

L2: Não pode ser considerado uma pilha, pois não há produção de corrente elétrica uma vez que não há uma montagem completa do sistema, não existe transferência de elétrons (não há a outra “semirreação” de uma pilha).

L4: Não, porque não há um circuito a ser montado. Numa pilha como a de Daniell, os elétrons que vão de um lado para o outro voltam para o inicial através da ponte salina, fechando o circuito elétrico e “perpetuando” a reação. No sistema, citado, quando todos os elétrons se moverem e acontecer a oxirredução, não tem o circuito para “perpetuar” a reação.

Os futuros professores apresentaram uma compreensão em relação ao sistema apresentado, visto que, apesar de ocorrer uma reação espontânea de oxirredução, não há geração de energia elétrica, que é a função da pilha. (MORTIMER, MACHADO, 2016). Chama a atenção à maneira como os cursistas explicaram, sobretudo L4, que sugeriu que os elétrons passavam pela ponte salina, o que poderia indicar concepções alternativas acerca da movimentação das cargas em uma pilha.

Tendo como base a análise dos resultados dessa categoria, nota-se que os futuros professores não demonstraram um conhecimento em relação à pilha de concentração. Além disso, alguns apresentaram dificuldades em analisar uma situação, envolvendo a reatividade dos metais. Dificuldades relacionadas à identificação do cátodo e do ânodo, em escrever a semirreação anódica e catódica, em explicar a movimentação de cargas, bem como determinar ΔE° de uma pilha. Contudo, os licenciando e licenciados em química compreendem a diferença entre pilha e bateria, assim como a determinação da variação do ΔG .

4.4 Atividades experimentais

Essa categoria busca verificar as concepções dos futuros professores em relação à viabilidade da aplicação de duas atividades experimentais na Educação Básica. As práticas foram realizadas pelos mesmos durante os encontros, sendo estas intituladas “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio” (primeiro encontro), e “Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?” (quinto encontro).

4.4.1 Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio

Após o término da atividade, realizou-se uma discussão em relação à experiência. Inicialmente, foi questionado aos sujeitos se eles já conheciam a prática, a L3 destaca que já tinha ouvido falar, mas que nunca viu os resultados, já o L5 disse que conhecia.

L5: Já conhecia, mas aplicada de forma diferente onde o manganês era reduzido e voltado ao estado original, acredito pela facilidade e evidências que são obtidas é uma atividade bacana.

Figura 7: Futuros professores realizando a prática “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”



No Quadro 6, estão indicadas as observações dos participantes ao realizar o experimento.

Quadro 6 : Evidências observadas durante a prática Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio

Copo 1 (Solução)	Copo 2 (Solução + Suco de limão)	Copo 3 (Solução + Vitamina C)
<i>L1 e L5 Solução Rosa</i>	<i>Houve variação da coloração até que ficasse na cor da solução de limão.</i>	<i>Houve variação da coloração até que ficasse incolor.</i>
<i>L3 Cor: Violeta</i>	<i>Começo: avermelhado com agitação a coloração foi do laranja para o amarelo claro.</i>	<i>Começo: marrom ferrugem com agitação incolor não houve dissolução completa do comprimido.</i>
<i>L4 Roxo (padrão)</i>	<i>1 colher= amarelo (ureia) + 1 colher, manteve-se amarelo</i>	<i>Começou avermelhada, depois amarelo e, e por fim o sobrenadante ficou</i>

		<i>transparente.</i>
--	--	----------------------

Quando indagados se eles realizariam a atividade experimental na Educação Básica, os cursistas responderam afirmativamente e completaram as suas respostas, utilizando os argumentos como a possibilidade de discutir conceitos e aplicações em nosso cotidiano, podendo possibilitar uma discussão interessante em sala de aula:

L1: Achei interessante para mostrar quem oxida e quem reduz.

L3: Demonstrou ser uma ótima opção para evidenciar a alteração do número de Nox.

L4: Não conhecia o experimento, mas já usei algo similar para descrever a ação do $KMnO_4$ no organismo, então acho um experimento bom, prático e que poderia ser usado para uma discussão interessante em aula.

Porém, o L4 não comentou em detalhes qual atividade experimental foi realizada por ele. Assim, é importante destacar que:

O permanganato de potássio, de fórmula $KMnO_4$, é um sal sólido muito solúvel em água. Seu uso farmacológico é como agente bactericida, recomendado para tratamento de feridas na pele, por exemplo, as que aparecem em consequência da catapora-, através dos banhos com soluções bem diluídas. Pode ser encontrado em pequenos comprimidos em farmácias de bairro ou farmácias de manipulação. Por sua ação oxidante mancha facilmente a pele ao reagir com proteínas da epiderme. A cor da solução desse sal é violeta, mais ou menos intensa conforme a concentração na solução. O íon permanganato MnO_4^- , no qual o manganês se apresenta como Mn^{+7} , é o responsável por essa cor. Assim como os outros elementos de transição, o manganês forma sais coloridos. (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 204).

Neste momento, o L4 complementou a sua fala:

L4: A experiência é simples de ser realizada e os materiais são alternativos, porém, em uma classe que estude um aluno com deficiência visual seria difícil aplicar, devido à mudança de coloração.

A observação acima demonstrou uma preocupação em relação à inclusão de alunos com deficiência visual em sala de aula, cuidado não mencionado pelos demais cursistas. Para Ramin e Lorenzetti (2016), os professores ainda apresentam dificuldades em trabalhar em um ambiente inclusivo. Em relação ao Ensino de Química, essas dificuldades se agravam principalmente em relação à deficiência visual, já que são usados muitos recursos visuais para facilitar a compreensão do conhecimento químico, envolvendo tanto as aulas teóricas como as aulas práticas.

O L4 destacou, durante os encontros, que é professor de um cursinho preparatório, o Projeto de Inclusão ao Ensino Superior (PIES), oferecido gratuitamente pela FACIP/UFU e que este ano (2016) havia ingressado um aluno com deficiência visual.

Neste momento, a pesquisadora aproveitou para comentar com os futuros professores que já lecionou para um aluno com deficiência visual em seu primeiro ano de magistério e que apresentou várias dificuldades para lecionar os conteúdos químicos para o discente, devido a sua falta de experiência. Em relação à experiência acima, foi comentado que realmente seria difícil utilizá-la aquela experiência, já que as informações deveriam ser obtidas pela visão, ou seja, evidenciadas pela mudança de coloração (violeta, verde, marrom, praticamente incolor) e que, quando realizava algum tipo de atividade que a evidência era a mudança de coloração, a pesquisadora descrevia oralmente tudo o que havia ocorrido, sugestão dada pela supervisora da escola.

Continuando a discussão em relação à prática acima, a pesquisadora os indagou se o objetivo da atividade foi alcançado. L1, L3 e L4 responderam afirmativamente, destacando a possibilidade de discutir conceitos, a visibilidade dos resultados e o uso de materiais alternativos.

L1: Sim, pois apenas com aplicação da prática consegue trabalhar Nox, agente oxidante e agente redutor.

L3: Sim. Ficou evidente com o experimento as alterações sofridas pela solução, principalmente pela mudança de cor.

L4: Sim, por ser um experimento com resultados bem evidentes, de uso de materiais cotidianos e de fácil realização.

Apenas o L5 discordou, como se observa por meio de sua fala:

L5: Não. Não é possível, através dessa experiência, verificar a transferência de elétrons, apenas pela mudança de cor.

Como consta no roteiro experimental (Apêndice 5), o objetivo da atividade é verificar a ação da vitamina C, como agente redutor e a variação do Nox do manganês (Mn) durante o processo. Entretanto é importante destacar que não é possível verificar a variação do Nox pelo experimento.

Com base na fala do L5, a pesquisadora iniciou uma discussão com os futuros professores e aproveitou para discutir as dificuldades encontradas ao realizar essa experiência na SDP. Já que, durante a realização da prática, os alunos não compreenderam muito bem a relação da mudança de coloração com a transferência de elétrons, como resultado da prática. Os alunos não foram capazes de associar que a variação das cores (mudança de cor) era

ocasionada pela transferência de elétrons e que a espécie formada era devido à acidez, visto que um número significativo de alunos relacionou com o pH do meio. Entretanto, a grande maioria dos estudantes relacionou apenas com uma das evidências de que ocorreu uma Reação Química, ou seja, a mudança de coloração.

Um fato observado foi que os alunos da Educação Básica, durante a discussão, relacionaram com a questão do pH, fato não enfatizado pelos futuros professores, que apenas comentaram durante a discussão. Os cursistas não mencionaram essa informação nas respostas fornecidas aos questionários.

Contudo, analisando a resposta do L5 no roteiro experimental da atividade, ele havia dito que seria viável, o contrário da discussão em grupo, porém, apontou uma justificativa relacionada a como conduzir a discussão da prática, propondo a utilização de um modelo em nível microscópico.

L5: Sim, mas a atividade atrelada a uma aula de oxirredução onde é possível observar o que acontece microscopicamente também seria interessante.

Segundo Gibin e Ferreira (2013, p. 25), é importante o uso de imagens que representam o nível submicroscópico, que evidenciam as espécies químicas que não são observáveis e, por isso, auxiliam no processo de compreensão de um fenômeno químico. Estes autores ainda destacam que o uso de imagens, em diferentes níveis de representação do conhecimento químico, pode auxiliar no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática no processo de imaginar os fenômenos químicos.

Quando questionados se a atividade poderia ser utilizada para trabalhar o conceito de Nox, bem como a ideia de agente redutor e oxidante, dos quatro cursistas que responderam a atividade, três afirmaram que sim, como se observa:

L1: Sim, pois trabalhou bem o conteúdo como o Nox, agente redutor e agente oxidante.

L3: Sim, pela coloração ficou fácil verificar que o comprimido de Vitamina C consumiu o manganês presente na solução.

L4: Para alunos videntes é perfeita para trabalhar os conceitos, uma vez que as evidências de ocorrência de reação são gritantes.

L5: É complicado para o aluno entender o que está acontecendo apenas pela mudança da coloração, ele sabe que algo está diferente, mas a compreensão e dimensão do conceito de Nox são necessários para entender o experimento, cabe ao professor decidir fazer a avaliação desse conhecimento, antes ou depois do experimento.

Analisando a resposta da L1, nota-se que foi a mesma justificativa da questão anterior, justamente o princípio dessa atividade é discutir os conceitos de número de oxidação, agente oxidante e redutor, claro, o professor deve discutir estes conceitos. Como destacado no livro do qual a atividade foi retirada:

A vitamina C é um exemplo de substância orgânica que se comporta como redutora. O comportamento das substâncias orgânicas em reações redox pode ser mais complexo que o das substâncias inorgânicas, pois a redução ou oxidação pode envolver vários átomos numa molécula, enquanto nas substâncias inorgânicas esse processo, em geral, envolve apenas um dos átomos. [...] Nesse caso, a vitamina C foi oxidada e o átomo de manganês do KMnO_4 foi reduzido. Na substância KMnO_4 , o nox do átomo de manganês é +7 e na solução incolor obtida ao final do experimento, após sua redução, o nox do átomo de manganês é +2 (MORTIMER; MACHADO, 2016 p. 198-199).

Analisando a fala da L3, percebe-se que apresenta uma concepção errônea. A Vitamina C não consumiu todo o manganês presente na solução, visto que no final da prática ainda contém íon permanganato. Na verdade, o que ocorreu ao observar as mudanças na tonalidade da solução de KMnO_4 é que a vitamina C provoca a redução do Mn^{+7} a Mn^{6+} , Mn^{4+} e Mn^{2+} , o que ocasiona o descoloramento da solução de permanganato de potássio (KMnO_4). Desse modo, pela resposta mencionada pela L3, nos leva a pensar que ela não compreendeu o fenômeno, na sua totalidade.

Pela fala do L4, nota-se mais uma vez a sua preocupação em relação à questão da inclusão, uma vez que ele afirmou que a atividade é ótima para os videntes, pois com a mudança de coloração é possível discutir os conceitos, como Nox, agente oxidante e redutor.

Em relação à fala do L5, ele achou difícil o aluno compreender a prática apenas pela mudança de coloração, que o aluno já deveria possuir um conhecimento em relação ao número de oxidação. E ponderou que após a aplicação da prática, o docente deve discutir a mesma, verificando se os alunos compreenderam o fenômeno observado, e que nunca se deve realizar uma prática apenas por fazer, pois a discussão é fundamental.

Por fim, os futuros professores foram questionados se a atividade experimental facilitaria o processo de ensino-aprendizagem. Mas uma vez, L1, L3 e L4 concordaram e L5 se manteve contrário, como se observa:

L1: Sim, pois apresenta a teoria dentro da prática, despertando maior interesse do aluno pelo conteúdo e a melhor compreensão pelo mesmo.

L3: Sim, quando realizada principalmente em lugares que não tem acesso ao laboratório ela se torna muito prática e de fácil acesso.

L4: Sim, por lidar com materiais cotidianos, acaba que as informações passadas se tornam um conhecimento melhor ancorado na mente do aluno.

L5: *Para “convencer o aluno” será razoavelmente fácil, o que torna, com que tudo tenha mais significado para ele, mas não saberia dizer até onde isso seria benéfico.*

Percebe-se uma concepção de que as experiências de laboratório, com aspectos visuais e com materiais de fácil acesso, por si só, são elementos que facilitam o processo de ensino-aprendizagem, demonstrando atitude passiva nesse assunto, talvez pela crença de que a atividade de laboratório seja uma das melhores maneiras de se ensinar química.

Todavia, L5, ao discordar da opinião apresentada pelos colegas, demonstrou que é preciso ter cuidado ao escolher uma prática de laboratório, pois pode ser possível convencer o aluno, porém, não garante o seu aprendizado.

A preocupação do L5 também foi a mesma apresentada pela pesquisadora ao aplicar a SDP. Durante a discussão da atividade experimental ficou evidente que os alunos não compreenderam o motivo da variação das cores. Em uma das classes, ao questionar se os alunos compreenderam, um aluno ponderou *“Não. Mas, se você está falando, tá correto”*. Isso remete a frase que geralmente é comentada pelos estudantes: *“Deve estar certo, pois você é a professora”*. Assim, na realização da prática *“Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”*, provavelmente, os alunos foram convencidos com a explicação, ou, apenas concordaram.

De fato, com a realização desta atividade na SDP, observou-se que o objetivo do experimento não foi atingido. A experiência é *“bonita”*, é lindo observar as mudanças de cores, como destaca um aluno *“o arco-íris”*. Todavia, ficou evidente que, só a partir da mudança de cor, não foi possível verificar a transferência de elétrons. Visto que, antes de mais nada, a atividade experimental não deve ser considerada como *“mágica”* só para falar que a aula será diferente ou que o professor não trabalha apenas com aula expositivas.

Dessa forma, a fim de auxiliar na compreensão do assunto de número de oxidação e discutir a questão envolvendo a transferência de elétrons, foi realizada uma segunda experiência: Galvanização – cobreação, com os futuros professores.

4.4.2 Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?

No decorrer da prática, ocorreu pouca discussão por parte dos cursistas em relação à atividade. Eles apenas comentavam as evidências observadas.

Após os resultados da experiência, os futuros professores verificaram que a ordem de reatividade mencionada por eles condizia com a da literatura, ou seja, Mg, Zn, Fe e Cu, e mencionaram que seria uma atividade interessante de ser aplicada para discutir a tabela de

reatividade dos metais, já que era possível comparar a oxidação dos metais. Como se observa com a fala do L4:

L4: Essa experiência deveria ser realizada por professores de Química da Educação Básica, pois, auxilia no aprendizado dos alunos.

Contudo, mesmo a atividade sendo fácil de ser executada, a L3 chamou a atenção já que não são todas as escolas em que se encontram os materiais necessários para a realização da prática, como se observa através de sua fala:

L3: Na escola onde faço estágio eu sei que o laboratório é bem equipado, com isso é possível realizar a experiência, agora nas demais...

É importante perceber a preocupação da futura docente em relação à estrutura das escolas da cidade, ponderando sobre uma realidade, que estes reagentes são fáceis de terem em todas as escolas. Ao contrário da prática anterior, estes materiais não são encontrados com facilidade nas escolas públicas de nossa cidade, porém a prática pode ser substituída ou é possível mostrar um vídeo, por exemplo. Além disso,

A falta de recurso não se sustenta, visto que existem experimentos que se utilizam de materiais de baixo custo sobre diversos conteúdos, e que podem ser facilmente comprados em um supermercado ou farmácia, por exemplo. Muitas pesquisas na área de experimentação mostram possibilidade de experimentos simples e que se utiliza de materiais de fácil acesso, aparatos simples e de fácil manuseio. (SILVA, 2016, p. 16).

Segundo os cursistas, eles nunca haviam realizado essa prática. Um fato importante de ser relato é que o cursista L4, após o curso solicitou à pesquisadora o roteiro dessa atividade para ser realizada em uma de suas disciplinas da graduação. O que leva à reflexão de que alguns experimentos simples poderiam ser empregados, inclusive na formação inicial de professores, primeiro para ampliar o leque acerca das possibilidades experimentais, segundo para instrumentalizar o futuro professor, ampliando seu repertório de metodologias. Pois, muitas vezes, as práticas realizadas na graduação são tão específicas que não viabilizam a realização de uma transposição didática para um nível de escolarização menos específico, como o Ensino Médio.

4.5 Propostas metodológicas

4. 5.1 Substituição da experiência “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”

Após o término da prática “Vitamina C como agente redutor- interação com o permanganato de potássio”, realizada e discutida no primeiro encontro, foi proposto aos cursistas uma atividade extraclasse, na qual os futuros professores deveriam substituir ou melhorar o experimento realizado.

Apenas 3 cursistas entregaram a atividade proposta. A L3 apresentou uma atividade experimental¹⁵ retirada do Portal do professor. Como a mesma destacou:

L3: A atividade realizada foi muito boa e utilizou materiais alternativos, fato esse muito importante, uma vez que a maioria das escolas públicas não disponha de laboratório. Outra atividade que poderia ser utilizada, disponível no portal do professor, utiliza palha de aço e água sanitária. Esses materiais de fácil acesso facilitam para que o experimento seja realizado em sala de aula.

A cursista apresentou a preocupação de realizar atividades que utilizem materiais alternativos, devido à escassez de materiais e reagentes nas escolas de seu município. Um cuidado justificado, pois

[...] diante da situação em que a educação se encontra o uso da experimentação, utilizando-se de materiais de fácil acesso e baixo custo, torna-se uma ferramenta valiosa. Os problemas são encontrados diariamente na profissão do docente, mas uma reestruturação na infraestrutura escolar, como laboratórios mais equipados, material didático, dentre outros itens necessários ao desenvolvimento das atividades acabam sendo essenciais. (SILVA, 2016, p. 16).

Ao analisar a experiência proposta pela L3, a atividade é bem simples de ser realizada em sala de aula. Deve-se adicionar um pequeno pedaço da palha de aço no fundo de um tubo de ensaio, procurando deixar os fios desembaraçados. Posteriormente adicionar água sanitária até 2/3 do tubo e aguardar aproximadamente dez minutos. Com a realização da atividade, busca-se discutir conceitos como nox, oxidação, redução, agente oxidante e redutor.

Já o L4, sugeriu duas atividades experimentais, uma de titulação e a outra a Pilha de Daniell.

L4: Como houve a ideia de usar materiais do cotidiano, o experimento é satisfatório. Uma alteração possível para ensino técnico, seria o uso da técnica de titulação, para ter ideia da quantidade de vitamina C necessária para reduzir o $KMnO_4$. Outra proposta igualmente interessante seria a Pilha de Daniell, onde os alunos “veriam” a corrente elétrica mediante uma lâmpada ou um cartão musical.

¹⁵ <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=18739>

Interessante notar que o L4 apresentou uma proposta para o ensino técnico, além de propor a Pilha de Daniell, que é um experimento bastante frequente nos livros didáticos de química e nos trabalhos científicos que investigam o ensino de química. Assim, o L5 propôs:

L5: De forma análoga ao experimento apresentado, eu estenderia a parte em que há a redução do manganês lentamente, de forma que o aluno consiga observar a cor por mais tempo, para isso utilizaria mais copos e pediria para que se adicionasse uma quantidade de suco de limão diferente em cada copo.

Tendo em vista que no primeiro encontro o grupo havia chegado à conclusão de que o experimento realizado não permitia entender a transferência de elétrons por meio das mudanças na coloração da solução, o aumento de etapas para que as cores sejam observadas mais lentamente também não irá atingir ao objetivo inicial. Como se observa, não correu nenhuma nova elaboração na prática.

Em resumo, os licenciandos ou licenciados em química pensaram em experimentos que utilizassem materiais alternativos e a maioria propôs uma prática com o intuito de substituir o experimento. Acredita-se que a escolha por práticas com a utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso, deve-se ao fato dos futuros professores conhecerem a realidade das escolas da nossa região, bem como a discussão desse tipo de atividade na graduação, nas disciplinas pedagógicas de Química.

4.5.2 Metodologias para abordar o conteúdo de Eletroquímica

No decorrer do curso, algumas atividades extraclasse foram proposta aos futuros professores, dentre elas, a proposição de uma metodologia para se trabalhar o conteúdo de Eletroquímica, na qual os mesmos deveriam elaborar algo diferente do que é encontrado na literatura ou adaptar uma metodologia já existente.

A L1 sugeriu uma simulação retirada do portal do professor¹⁶. Porém, ao enviar essa simulação para a pesquisadora, a mesma destacou que teve dificuldades para entender e gostaria que ela fosse discutida no curso. Pensando nisso, essa proposta foi discutida no último encontro, porém, apenas L2 e L4 estavam presentes. A simulação é a construção de uma pilha utilizando alguns metais, como eletrodos. Ao escolher o eletrodo, é mencionado a ddp da pilha e o sentido dos elétrons. Com essa atividade, é possível discutir o potencial-padrão e a questão que muitos alunos decoram que o lado esquerdo é o ânodo e o direito o cátodo, como observei durante a aplicação da SDP. No encontro, onde foram discutidas

¹⁶ <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/18002/pilha.swf>

algumas pesquisas envolvendo as dificuldades apresentadas tanto pelos alunos da Educação Básica quanto dos licenciados, a L1 destacou que ela fixava o ânodo como estando sempre do lado esquerdo e o cátodo do direito. Isso se mostrou um fato preocupante, pois essa futura professora, já cursou a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica. Esse pode ter sido um dos motivos de a cursista não ter compreendido a simulação.

Já a L3 sugere a Pilha de Daniell, utilizando como eletrólito a Coca-Cola, geralmente denominada erroneamente de “Pilha de Coca-Cola”. A futura professora apresentou uma segunda proposta, a qual envolve a utilização de um jogo, elaborado em uma disciplina da graduação. O jogo seria semelhante à batata quente, mas não deixou claro como funcionava o jogo nem as regras envolvidas.

No 4º encontro (Apêndice 8), foi promovida uma discussão de alguns dos recursos metodológicos encontrados na literatura. No decorrer do encontro, os futuros professores foram bastante participativos, porém comentaram que não gostaram do jogo didático “Eletroforca” (SILVA, 2012). Para os mesmos, a leitura do texto base (material de consulta ao conteúdo) e as fichas com letras para montar a palavra oculta, induziam os alunos à resposta.

Como não foi possível discutir todas as metodologias que constava no material elaborado pela pesquisadora no encontro, o material foi enviado para o e-mail dos cursistas.

Um fato a ser destacado é que, no último encontro, discutiu-se sobre a Pilha de Daniell e a pesquisadora mostrou algumas imagens do fenômeno, em nível submicroscópico. Com isso, L2 e L4 destacaram que a abordagem nesse nível poderia auxiliar no entendimento do conteúdo. O L4 ainda argumentou que os professores deveriam utilizar esse nível ao explicar o conteúdo de Eletroquímica, pois ficaria mais claro.

4.5.3 Plano de aula

Como já destacado, a proposta do curso de extensão era apresentar os resultados da SDP para os futuros professores, a fim de melhorar ou elaborar uma nova sequência. Desse modo, outra atividade proposta aos participantes foi a elaboração de uma sequência didática para a abordagem do conteúdo. Essa sequência deveria conter 16 aulas para cumprir o conteúdo e deveria conter propostas metodológicas e avaliação. Esta quantidade de aula deve-se ao fato que na cidade onde esta pesquisa foi realizada o conteúdo em questão é abordado em um bimestre, e a instituição onde a SDP foi aplicada a 3h/aulas semanais.

No primeiro momento, os cursistas questionaram devido ao tempo, que seria impossível, com tantas outras atividades acadêmicas, elaborar uma sequência didática bem detalhada. Nesse caso, foi combinado que os participantes poderiam elaborar os planos de

aula de forma mais resumida. Contudo, foram entregues 4 planos, apenas a L2 não entregou. (Apêndice 11)

Em relação ao plano da L1, a mesma apresentou os tópicos a serem lecionados de forma bem sucinta. Não foi discutido como seriam verificados os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao assunto. Apresentou uma preocupação em abordar as celas galvânicas e eletrolíticas e a aplicação da eletroquímica, fato verificado na primeira atividade extraclasse realizada pela cursista.

No plano de aula, a L1 teve preocupação em discutir a pilha de Daniell e a função da ponte salina, bem como a questão ambiental, para isso propôs a leitura de um artigo da Revista Química Nova na Escola, dos autores Bocchi, Ferracin e Biaggio (2000). Um dos principais recursos utilizados pela futura professora é a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Ao explicar a força eletromotriz, os tópicos de força de oxidantes e redutores e a espontaneidade das reações já poderiam ser discutidos. Um fato interessante é que a cursista propôs discutir a cela eletrolítica antes da célula galvânica, fato não justificado pela cursista.

Já a L3 discutiu apenas uma aula para a abordagem do conteúdo, sugerindo que um dos pré-requisitos seria o assunto de Balanceamento. Ao discutir os documentos oficiais, um dos tópicos discutidos com os futuros professores foi o Balanceamento das Reações de Oxirredução. Os cursistas que estavam presentes, inclusive a L3, concordaram que o tópico seria desnecessário na Educação Básica. Além disso, esta cursista comentou que apresentava dificuldade nesse tópico. Porém, como se pode notar, a futura professora mudou de opinião ou teve dificuldade em propor algo diferente.

Assim, a aula proposta por L3 consistiu em discutir os conceitos de oxidação e redução por meio de uma atividade experimental, conhecida erroneamente como “Pilha de Coca-Cola”, visto que o refrigerante atua apenas como eletrólito. Segundo a participante, com essa experiência seria possível discutir outros conceitos, como ânodo, cátodo, semirreação, ponte salina, potencial-padrão e ddp.

Analisando o plano de aula do L4, alguns tópicos também apareceram de forma bem sucinta. O L4 iniciou o plano com uma revisão sobre Ligação Metálica. Para a discussão do tópico relacionado à determinação do número de oxidação, o cursista pretendia trabalhar com o auxílio do livro didático durante as aulas. Também, pretendia abordar o tópico de celas galvânicas e eletrolíticas e a questão ambiental com o auxílio do livro, visto que os alunos teriam o material para acompanhar as aulas. Entretanto, um ponto que deve ser levantando é que L4 utilizou, como material de apoio, o livro dos autores Santos e Mól (2013), nas escolas

do município de Ituiutaba e algumas regiões, o livro utilizado poderia ser outro, o que demandaria um esforço de adequação. O L4 também propõe uma atividade experimental, a Pilha de Daniell.

A sequência de aulas proposta pelo L5, ao contrário das demais não foi apresentada de maneira sucinta. Empregou a experimentação e a simulação. Assim como no plano do L4, o conceito de nox é abordado juntamente com o conteúdo de Eletroquímica e não de maneira separada, como ocorre em alguns livros didáticos. Para a discussão desse tópico, o participante discutiria com base em uma simulação, com a abordagem do bafômetro e da experiência “Vitamina C...”. Observa-se que os conceitos de cátodo, ânodo, polo positivo e negativo e a ponte salina não são discutidos de forma separada. Também seriam discutidas a força eletromotriz, a eletrólise e suas aplicações, bem como a questão ambiental.

L1, L4 e L5 destacaram que o conteúdo de Eletroquímica deveria ser abordado para turmas de 2º ano do Ensino Médio, já a L3 não especificou. L1 e L4 apresentaram uma sequência composta por 16 aulas, contendo uma proposta de avaliação. Em relação ao L5, o assunto seria lecionado em 14 aulas, sem avaliação. Apenas o L4 revisou um conteúdo que o mesmo considerava pré-requisito para a abordagem do conteúdo.

Um ponto interessante foi que na atividade relacionada à ordem de prioridade dos tópicos do conteúdo de Eletroquímica, a questão ambiental foi classificada como um tópico pouco prioritário (Gráfico 1), porém na sequência do L1, L4 e L5 esse tópico foi abordado.

4.6 Avaliação do curso

O intuito da pesquisa não é avaliar o curso e sim verificar as concepções dos futuros professores em relação ao conteúdo de Eletroquímica, porém realizar um momento de reflexão verificando os pontos negativos e positivos é fundamental para a pesquisadora. Já que esta é a etapa em que a mestranda pode repensar em relação ao curso, se contribuiu ou não para a formação dos sujeitos participantes da pesquisa e também verificar o quanto planejar e ministrar o curso contribuiu para a experiência pessoal e profissional, ainda mais se tratando de um mestrado profissional, ou seja, uma autoavaliação.

4.6.1 Opinião dos futuros professores

Geralmente no final de cada encontro, sempre era entregue aos participantes uma folha para os mesmos avaliarem os encontros. Foram avaliados quatro dos seis encontros.

Em relação à análise do primeiro encontro, os mesmos destacaram que gostaram, já que foi um momento de verificar a opinião dos alunos da Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica, como se observa nas fala de L1:

L1: Achei interessante a aplicação do experimento, relacionar com redução/oxidação. Achei interessante a pesquisa feita no Ensino Médio, os pontos alcançados e também que não foram alcançados nos apresentando as dificuldades na vida escolar e seus desafios.

Para a L1, foi relevante a aproximação com algumas características das aulas de química na Educação Básica. A pesquisadora Schnetzler (2002, p. 15) discute três razões para a necessidade da formação continuada de professores de Química, e uma delas está relacionada à “necessidade de se superar o distanciamento entre contribuições de pesquisas sobre Educação em Química e a utilização das mesmas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, implicando que o professor atue também como pesquisador de sua prática docente”. Neste sentido, a mestranda exerceu a função de pesquisadora e também de uma professora reflexiva, já que apresentou os resultados de sua própria prática na avaliação da SDP juntamente com os futuros professores, destacando os pontos que precisavam ser melhorados.

O L5 destacou que o primeiro encontro foi uma oportunidade de verificar as dificuldades relacionadas à docência, como também proporcionar um espaço para a reflexão sobre algumas mudanças na prática docente:

L5: Percebo que tenho um desafio enquanto professor de química em relação a conceitos errôneos que devem ser trabalhados, mas de forma prazerosa.

Como se observa na fala da L3, os resultados da pesquisa vão ajudá-la em alguns momentos na graduação.

L3: Gostei, pois apresentou pontos que podem me ajudar dentro da graduação e também na docência fora da faculdade na educação básica.

De certa maneira, o encontro permitiu conhecer melhor as dificuldades apresentadas pelos estudantes, bem como pela pesquisadora ao abordar o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica.

Também questionou aos cursistas se alguma abordagem realizada no primeiro encontro foi novidade para eles:

L1: Não, já tinha ouvido falar, entretanto, apresentava dificuldades sobre tal conteúdo.

L3: Não. Os termos já foram abordados em algumas disciplinas durante a graduação.

Para L1 e L3 não teve basicamente nenhuma novidade, já que conheciam o que foi discutido. Entretanto, para L4 e L5, a concepção apresentada pelos estudantes em relação ao conteúdo trouxe informações novas:

L4: -O experimento da Vitamina C - bem interessante de ser usado; -As concepções alternativas acerca de experimento (relação com pH).

L5: Relacionada ao experimento não houve muita diferenciação do que eu já havia acompanhado. Mas quanto à interpretação e diferentes explicações, foi bem interessante pelo fato de que podemos pensar mais sobre o que os alunos têm entendido durante as aulas de química.

Para a mestranda, o primeiro encontro foi um momento de compartilhar as suas dificuldades e anseios, enquanto docente da Educação Básica, mostrando aos cursistas a realidade a ser vivenciada por eles, quando estiverem exercendo a docência neste nível de ensino. Esperava-se que, com essas discussões, ocorresse melhoria na prática pedagógica dos futuros professores. Schnetzler (2002, p. 19) destaca alguns pontos positivos em relação aos cursos de formação continuada e um deles está relacionado “à melhoria do processo de ensino aprendizagem nas salas de aula dos professores participantes, principalmente porque se assumiram como mediadores do conhecimento químico na promoção da aprendizagem de seus alunos”.

Já no terceiro encontro, buscou-se discutir como é sugerido que seja abordado o conteúdo de Eletroquímica com base nos documentos oficiais.

Para L1, L2 e L4, essa abordagem ampliou os conceitos sobre o que se deveria abordar ao ministrar esse conteúdo. Entretanto, para a L3, ainda não estava muito claro o que deveria ser abordado, já que considerou o conteúdo muito extenso, como se evidencia em sua fala: “*Devido ao número de aulas serem tão pouco comparado ao extenso conteúdo*”. Este problema é real e muito citado por professores da Educação Básica, aonde alguns alegam que não é possível ministrar o conteúdo de eletroquímica devido à quantidade de aulas. Desse modo, a futura docente ainda apresentava uma insegurança sobre o que deve ser abordado, mesmo tendo discutido os documentos oficiais no encontro.

Na sequência, os cursistas foram questionados sobre o que acharam do terceiro encontro. Para os futuros professores, esse foi um momento de comparar os livros didáticos e os documentos oficiais, na busca por semelhanças e distanciamentos. Como se observa na fala da L1.

L1: Interessante, relacionar os tópicos dos documentos com diferentes livros, os tópicos que uns e outros trazem ou não, me mostrou as diferenças entre os livros.

Além de conhecer mais detalhes do conteúdo de acordo com os documentos oficiais, porém vale ressaltar a grande semelhança entre esses documentos.

A L2 destaca que foi um momento importante, pois depois dele ela se sentia mais segura para lecionar os tópicos para serem trabalhados ao abordar esse conteúdo:

L2: Achei perfeita a discussão!! Apesar de não ter lido o material dos documentos disponibilizado por falta de tempo, a discussão realizada com o grupo possibilitou eu começar a repensar quais conteúdos seriam importantes para que eu pudesse continuar os próximos assuntos na disciplina, mas também para os alunos, afinal até que ponto determinado conteúdo seria importante para o cotidiano do aluno? Por não conhecer, não tinha criticidade e autonomia para julgar quais conteúdos são importantes ou não, agora já tenho mudança nessa minha postura advindas da participação nesse curso.

É interessante pontuar a avaliação de L2. O primeiro fato é o de não ter tempo para a leitura dos documentos. A falta de tempo para a realização de algumas atividades propostas no decorrer do curso também foi relatada por outros cursistas, como, por exemplo, na elaboração da sequência didática e de propostas metodológicas. Parece que a falta de tempo atrapalhou então o andamento de algumas atividades. Muitos professores da Educação Básica mencionam que não participam de curso de formação continuada devido à falta de tempo, esse mesmo fator também parece dificultar a elaboração de aulas diferenciadas, sobretudo pela excessiva carga de trabalho de muitos profissionais. Assim, o tempo de dedicação é um fator que deve ser levado em consideração para o aperfeiçoamento profissional docente.

Continuando a análise da fala da L2, ela menciona que passou a se sentir mais segura, para selecionar os tópicos para serem lecionados ao abordar esse assunto. Fato não apresentado antes, mesmo já tendo concluído a graduação. Na pesquisa de Schnetzler (2002), a autora apresenta os principais resultados da parceria colaborativa na formação continuada em Química, e um deles está relacionado a uma melhor seleção e organização dos conteúdos de ensino, na medida em que estes passaram a ser fundamentados em propósitos epistemológicos, históricos e culturais da ciência química. (Schnetzler, 2002, p.19 e 20).

Já a L3, destaca que esse foi um momento importante, onde ela comparou a proposta dos documentos oficiais com a abordagem trazida pelos livros didáticos:

L3: Produtivo com relação em comparar o conteúdo do livro e vê se ele atende aos documentos oficiais. A sequência da abordagem do livro não é a mesma dos documentos oficiais.

Assim, é possível concluir que a preparação das aulas deve ser baseada na pesquisa em vários materiais, visto que seguir estritamente apenas um livro, acaba limitando a abordagem, bem como o próprio conteúdo.

Para o L4, foi um momento importante, para verificar a concepção que os alunos podem apresentar em relação ao conteúdo.

L4: Muito bom, ampliou bastante minhas concepções quanto à importância do assunto e me fez ver algumas concepções alternativas que podem aparecer de discussões anteriores à eletroquímica no Ensino Médio.

Este fato, também foi verificado com base nos resultados do primeiro encontro. Ficou cada vez mais evidente que, para os futuros professores, conhecer a concepção dos alunos da Educação Básica em relação ao conteúdo é fundamental. Uma sugestão é que nos cursos de graduação os professores deste nível de ensino, tragam para suas aulas as concepções dos alunos da educação básica em relação a alguns conteúdos, tendo como base pesquisas já realizadas e publicadas e discutam os resultados com os futuros professores.

Já no 4º encontro, os futuros professores destacaram que foi um momento importante, pois, eles se identificaram com o artigo relacionado à dificuldade dos licenciandos. Em relação às propostas metodológicas, foram momentos importantes, pois, proporcionou um momento de avaliar as propostas, mencionando os pontos positivos e negativos.

L1: Gostei muito do artigo, bem completo e com muitas classificações das dificuldades sobre o tema. As diferentes atividades (jogos didáticos) são interessantes se for adequada para aplicação, fazer um jogo pelo jogo (como o eletroforca) é inviável, saber apenas algumas palavras que envolvem o tema é desnecessário se não souber a relação da mesma com o conteúdo.

L2: Achei totalmente proveitoso! Além de discutir as dificuldades conceituais, achei o artigo “Dificuldades de aprendizagem (...)” uma leitura que contribui bastante para a minha reflexão sobre o assunto. Vi que não é uma particularidade minha algumas dificuldades apresentadas nesse assunto, o que evidencia a relevância de cursos como esse de formação continuada. Ter um espaço de discussão e debate sobre essas dificuldades são extremamente importantes para promover melhorias na prática docente. Sobre os jogos didáticos, vi que existem possibilidade muito interessantes, como o Twister químico: uma proposta no ensino de nox, que mesmo sem entender completamente seu funcionamento, achei bastante motivado e criativo. Vi também que alguns não são nada importante de serem usados, já que eu não vejo contribuições significativas no processo de ensino-aprendizagem, como o Eletroforca, mostrando que a inserção de jogos didáticos na prática docente por si só não garante a efetividade na aprendizagem dos alunos. Assim, os recursos desse tipo devem sim ser usados para auxiliar na abordagem desse assunto tão complexo, desde que sejam escolhidos cuidadosamente os jogos a serem utilizados.

Analisando a fala da L2 ela observou que essa dificuldade não é apenas dela, mas de outros estudantes de química. Mais uma vez a L2 menciona a importância do curso de forma

continuada e a importância de escolher metodologias apropriadas para a abordagem do conteúdo.

L3: Gostei da parte dos jogos didáticos, principalmente os jogos direcionados a deficientes visuais. Esses jogos “novos” são muito interessantes para “auxiliar” alguma matéria da disciplina. E na maioria das vezes os alunos do Ensino Médio “amam” aulas que saiam da sua rotina (quadro e giz).

L4: Interessante, me ajudou a repensar alguns conceitos e algumas abordagens a serem usadas em sala de aula quando assumir uma turma/disciplina que essa matéria esteja inclusa.

L5: A leitura do trabalho foi muito agradável, uma vez que possibilita de forma bem clara identificar erros e dificuldades que são específicos até de nós mesmos. Quanto a parte das atividades, as que deram para ser discutidas, parecem bem interessantes de se trabalhar no primeiro momento exceto a Eletroforca.

Observa-se nas falas de L3, L4 e L5, a importância de metodologias diferenciadas e inclusivas. Na pesquisa realizada por Schnetzler (2002) verificou que os professores buscam nestes cursos propostas e recursos didáticos para o ensino médio de Química. Deste modo, a discussão de metodologias diferenciadas foi fundamental como instrumento de reflexão sobre a prática docente.

No último encontro, apenas L2 e L4 participaram. Para os mesmos, o curso foi um momento de aprender eletroquímica, como o L4 destaca: *Aprendi a conceituar ânodo e cátodo.* Além disso, foi um momento de modificar a visão dos mesmos em relação ao conteúdo em questão.

L2: Pois mesmo sendo aprovada nas disciplinas da graduação, minha aprendizagem sobre o assunto era muito limitada, acredito que talvez pelo fato de os professores não terem conseguidos me mostrar a importância e correlações do assunto abordado.

L4: Repensar a abordagem do conteúdo em sala.

Os mesmos destacaram que se sentiam mais seguros em discutir os conhecimentos com os alunos.

L2: Desde o começo do curso eu sempre mencionei que não tinha segurança nenhuma em ministrar esse conteúdo e o curso me possibilitou entender não só o aporte científico, mas também relações que este conteúdo tem com o cotidiano do aluno.

Foram indagados sobre o que eles poderiam sugerir de melhoria para esse curso de extensão:

L2: Acho que poderiam ser realizados mais encontros para que outras questões pudessem ser abordadas, como a pilha de concentração. Acho que os prazos para entregas das atividades poderiam ser um pouco maiores, já que entreguei todas atrasadas. Adorei o curso todo e agradeço muito por ter “quebrado” essa minha aversão pelo conteúdo abordado. Agora até me interessei mais e vou passar a estudar mais para melhorar minha formação.

Observa-se que a L2 apresentou uma maior compreensão em relação a alguns conceitos do conteúdo de Eletroquímica, se comparada às suas afirmações no 2º encontro. Além disso, parece haver uma mudança de relação afetiva com a própria Eletroquímica, facilitada pelo entendimento de seu conteúdo.

4.6.2 Opinião da pesquisadora

A ideia principal do curso era discutir com os licenciandos e licenciados em química os resultados da SDP, propostas metodológicas e alguns conceitos básicos em Eletroquímica, para que assim fosse possível elaborar uma sequência didática em relação ao assunto para ser aplicada na Educação Básica. De acordo com Eichler e Del Pino (2010, p. 651):

[...] é muito difícil para um professor, de forma individual, produzir esse tipo de material ou de proposta didática. Isso porque, além das dificuldades inerentes a sua formação, tal atividade requer estudo, dedicação, infraestrutura e recursos. E isso, normalmente, não lhe é dado, pois as decisões de foro político e burocrático, apoiados pelo interesse mercantil, alijou-lhes desse processo.

Todavia, nem tudo saiu como planejado, no decorrer dos encontros, foi possível constatar que os cursistas apresentavam dificuldades em relação a alguns conceitos de Eletroquímica. Neste sentido, a ideia era que fosse possível explicar estes conceitos, já que os mesmos também foram destacados por eles, durante a análise de um questionário (Apêndice 5), porém devido à escassez de tempo ocorreu uma maior discussão de alguns conceitos apenas no último encontro (sexto). Além disso, não se discutiu com os sujeitos participantes da pesquisa os conceitos que são considerados pré-requisitos para a abordagem do conteúdo de Eletroquímica, como a questão dos modelos atômicos, envolvendo as partículas subatômicas, em especial o elétron e ligações químicas.

Uma falha observada é que na avaliação (Apêndice 6) não tinha nenhuma questão em que os futuros professores deveriam explicar o funcionamento da pilha no nível submicroscópico, também não foi verificado se geralmente esse nível é discutido nas disciplinas da graduação.

Ao invés de apresentar algumas propostas metodológicas e como o assunto de Eletroquímica está presente nos documentos oficiais, deveria ser feita uma divisão entre os cursistas para que os mesmos pesquisassem e apresentassem no curso estes tópicos, talvez a dinâmica tivesse produzido melhores resultados.

Devido às dificuldades apresentadas pelos futuros professores optou-se por elaborar um material de apoio para professores e futuros professores em relação ao conteúdo de Reações de Oxirredução com foco em Eletroquímica.

Sugerimos algumas opções para a abordagem desse conteúdo na Educação Básica: i) após o assunto de Reações Químicas, já que neste momento é apresentado as reações envolvendo a transferência de elétrons (reações de oxirredução), ii) introduzir no momento em que estiver abordando as ligações metálicas e iii) no 3º ano do Ensino Médio para trabalhar juntamente com os professores de Física, aonde geralmente é explicado o conteúdo de eletricidade.

Os livros apontados pelo PNLD/2018 já discutem algumas destas questões. O livro dos autores Novais e Antunes volume 2, discute o tópico “Acertando os ponteiros da Química com a Física”, onde é discutida a questão da corrente elétrica e do circuito. Já os autores Santos e Mol abordam o conteúdo de Eletroquímica no 3º ano do Ensino Médio, e antes de discutir o assunto, explicam, no mesmo capítulo, as propriedades dos metais, relacionando, neste caso, com a Ligação Metálica. Da mesma forma, a autora Fonseca inicia uma discussão das Reações de Oxirredução após o capítulo de Ligação Metálica, no volume 1.

Avaliar o impacto que o curso teve na formação dos futuros professores não foi possível, pois acredita-se que só será possível quando os mesmos exercerem a docência. Como destaca Schnetzler (2002, p. 16):

Ninguém joga fora sua história de vida. Ninguém muda de opinião ou de concepção porque o outro, o professor universitário, falou e apresentou argumentos, até convincentes, para tal. Constituir-se professor é um processo que ocorre ao longo da vida. Aprende-se a ser professor principalmente com alunos e colegas no contexto de trabalho, ou seja, na escola.

Porém, tendo como base as discussões realizadas e as respostas dos cursistas, o curso foi um momento para os mesmos: i) repensarem sobre o exercício da docência; ii) conhecerem as dificuldades apresentadas pelos alunos da Educação Básica em relação ao conteúdo; iii) analisarem algumas propostas metodológicas; iv) discutirem mais a fundo a questão do conteúdo de Eletroquímica nos documentos oficiais e, por fim, v) compreenderem alguns conceitos de Eletroquímica. Todavia, o que ficou mais evidente, foi que esse curso de extensão serviu como um momento em que os licenciandos e licenciados notaram que, de fato, precisam estudar esse conteúdo para terem condições de levá-lo para a sala de aula.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no levantamento bibliográfico realizado, constatou-se que existem poucas pesquisas relacionadas a dificuldades dos professores de Química da Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica. Na Revista Química Nova na Escola, existem várias propostas metodológicas para lecionar o conteúdo de Reações de Oxirredução com enfoque em Eletroquímica e uma das principais metodologias empregadas é a experimentação. Ainda de acordo com o levantamento bibliográfico, os discentes da Educação Básica e do Ensino Superior apresentam algumas dificuldades conceituais sobre a Eletroquímica.

Em relação à abordagem do conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica, os futuros professores apresentaram algumas abordagens comuns e outras diferentes. Quatro cursista mencionaram que é importante relacionar o conteúdo, com o cotidiano dos alunos. Uma futura professora apresentou uma preocupação em relação ao uso excessivo de cálculos no conteúdo de Eletroquímica, destacando que deveriam ser mais enfatizados a aplicação e o funcionamento de uma pilha do que os aspectos matemáticos. Apenas dois dos licenciandos consideraram o tópico de Reações de Oxirredução como parte do conteúdo de Eletroquímica.

Os sujeitos participantes da pesquisa não apresentaram uma preocupação em pesquisar nos documentos oficiais as habilidades e competências necessárias para lecionar o conteúdo de Eletroquímica ao responder uma das atividades propostas. Entretanto, todos tinham conhecimento sobre os documentos oficiais, como: PCN, OCN, CBC e PCN+, afirmando que foram discutidos na graduação.

Os futuros professores afirmaram pretender realizar a análise dos documentos oficiais ao abordar os diversos conteúdos químicos no momento em que forem exercer a docência. Porém, destacaram alguns pontos que pretendem levar em consideração ao selecionar o conteúdo como: relacionar o conteúdo com fenômenos do cotidiano dos alunos; ajudar os alunos em processos seletivos e adaptação de acordo com o ambiente escolar.

Deste modo, essa análise nos remete a pensar, que mesmo tendo alguns documentos oficiais e que para a elaboração destes ocorrem discussões entre professores, os futuros professores pretendem levar mais em consideração suas próprias opiniões, a cobrança em avaliações externas e o sumário de livros didáticos do que as habilidades e competências mencionadas nos documentos oficiais.

Cada cursista apresentou um olhar diferente em relação à prioridade dos tópicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica. Um dos tópicos considerados muito prioritários são os conceitos oxidação e redução, conceitos incluídos em todos os planos de aula. A

questão ambiental foi, inicialmente, um conteúdo pouco prioritário, porém dos quatro planos de aulas entregues, três discutiram esse tópico.

Em um dos encontros realizados, os licenciandos e licenciados em química tiveram a oportunidade de verificar se os livros didáticos de química aprovados pelo PNLD/2015 estão de acordo com as habilidades e competências sugeridas pelos documentos oficiais. Tendo como base a discussão dos documentos oficiais, os cursistas verificaram que o tópico de balanceamento de oxirredução não era contemplado nos documentos, mas aparecia em alguns livros didáticos. Desse modo, ficou decidido entre os cursistas que não haveria necessidade de abordar este tópico na Educação Básica.

Os licenciandos e licenciados em química comentaram que não se lembravam de ter estudado a pilha de concentração nas disciplinas da graduação, solicitando que esse tipo de pilha fosse explicado no curso. Porém, ao analisar a ementa das disciplinas do curso de licenciatura em química da FACIP/UFU, nota-se que este tópico realmente não consta. Além disso, alguns cursistas apresentaram dificuldades em: i) resolver uma questão envolvendo a reatividade dos metais; ii) identificar cátodo e ânodo; iii) escrever as semirreações anódica e catódica, bem como iv) determinar ΔE° de uma pilha. Contudo, os participantes do curso compreendem a diferença entre uma pilha e bateria, bem como a determinação da variação do ΔG e a identificação dos agentes oxidante e redutor.

Diante desses resultados, sugere-se que os professores do Ensino Superior desenvolvam a prática de verificar as concepções dos alunos em relação ao conteúdo de eletroquímica, pois muitas vezes iniciam a discussão de conceitos mais sofisticados sem que outros básicos sejam, de fato, compreendidos. Além disso, é importante que os docentes, formadores de professores percebam a necessidade de, ao ministrarem suas aulas, buscarem referências do que, por exemplo, os documentos oficiais sugerem que seja ensinado na Educação Básica, como é o caso da contextualização e da aproximação com a realidade do aluno. Dessa forma, não se espera que o conteúdo da graduação seja empobrecido, muito pelo contrário, a ideia é de que ele, de fato, passe a fazer sentido para os licenciandos, ainda mais porque vão precisar ensinar a outros alunos.

Tendo como base a discussão da experiência “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”, apenas um cursista percebeu que o objetivo da prática não foi atingido, ou seja, de associar que variações das cores (mudança de cor) era ocasionada pela transferência de elétrons. Assim, o mesmo sugere que, para uma melhor compreensão dos resultados observados na prática, deveriam ser discutidos com base no nível submicroscópico.

Para a maioria dos cursistas, a atividade experimental facilitaria o processo de ensino-aprendizagem, inclusive para discutir conceitos como nox e agente oxidante e redutor. Para os mesmos, a prática se mostrou simples de ser realizada já que utilizou materiais de fácil acesso e de baixo custo. Todavia, outro cursista chamou a atenção para o fato de que em uma sala que estude um aluno com deficiência visual seria difícil aplicar, devido à mudança de coloração, fato não mencionado pelos demais participantes. Dois cursistas sugerem uma nova atividade experimental para a substituição da prática acima, e um faz apenas uma adaptação da mesma.

Quatro cursistas elaboraram planos de aula para a abordagem do conteúdo de Eletroquímica, tendo como série, o 2º ano do Ensino Médio. Os planos foram apresentados de forma bem superficial, dificultando um pouco a análise. Todavia, foi possível perceber que um dos cursistas apresentou uma preocupação em abordar as celas galvânicas e eletrolíticas e a aplicação da eletroquímica, fato verificado desde a primeira atividade extraclasse realizada pela cursista. Já outro licenciando apresentou apenas uma aula, na qual consistia em discutir os conceitos de oxidação e redução através de uma atividade experimental, conhecida erroneamente como Pilha de Coca-Cola.

Outra sequência proposta iniciava com uma revisão sobre Ligação Metálica. Esse cursista pretendia abordar os seguintes tópicos com o auxílio do livro durante as aulas: determinação do número de nox, celas galvânicas e eletrolíticas e a questão ambiental. Por fim, na última sequência analisada, os conceitos de cátodo, ânodo, polo positivo e negativo e ponte salina seriam discutidos de forma integrada, também seriam discutidas força eletromotriz, eletrólise e suas aplicações e a questão ambiental.

Uma sugestão em relação à abordagem desse conteúdo na Educação Básica é que os professores de Química e Física conversem durante a elaboração do plano de Eletroquímica, para que os estudantes possam compreender que esses conceitos trabalhados podem ser abordados em ambas as disciplinas.

Para os cursistas, o curso foi considerado como positivo, já que passaram a conhecer as principais dificuldades apresentadas pelos alunos da Educação Básica em relação a este assunto e os desafios da carreira docente. Além de discutir alguns conceitos de Eletroquímica e propostas metodológicas encontradas na literatura. Acredita-se que esse foi um momento em que os cursistas notaram que precisam, de fato, estudar o conteúdo para exercer docência.

Com base na análise das atividades, notou-se que o curso foi um momento dos licenciandos e licenciados em química pensarem na abordagem do conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica e até mesmo da importância desse conteúdo na graduação. Os professores

desse último nível de ensino precisam identificar as dificuldades dos licenciandos em relação a este conteúdo, pois se os futuros professores não entendem o conteúdo, não abordam na Educação Básica, ou lecionam de forma errônea, e com isso, se torna uma “bola de neve”. Desse modo, percebeu-se que não são apenas os alunos da Educação Básica que apresentam dificuldades em relação ao conteúdo de Eletroquímica, mas os futuros professores também.

A ideia inicial era elaborar juntamente com os participantes do curso de extensão uma sequência didática, contudo, devido às dificuldades apresentadas pelos cursistas, optou-se por elaborar um material de apoio didático para os professores ou futuros docentes da Educação Básica, buscando-os auxiliar acerca de alguns tópicos relacionados ao conteúdo de reações de oxirredução com enfoque em processos eletroquímicos, possibilitando um estudo sucinto sobre o assunto.

Assim, no produto educacional resultante de todo esse processo, são levados em consideração: i) os conceitos que são pré-requisitos para abordagem do conteúdo; ii) a explicação do fenômeno utilizando o nível submicroscópico; iii) o uso de metodologias diferenciadas; iv) as relações do assunto com o cotidiano dos estudantes e v) a capacidade de proporcionar momentos de reflexão tanto por parte dos discentes quanto dos docentes em sala de aula.

Espera-se que através do produto educacional elaborado, novas pesquisas sejam realizadas, a fim de verificar as potencialidades e limitações do material didático, ou seja, verificar os pontos positivos e negativos, ocorrendo assim um feedback por parte da pesquisadora. Também almeja que novas pesquisas sejam alcançadas com o intuito de investigar o impacto do curso oferecido no trabalho docente dos cursistas ao ministrar o conteúdo de Eletroquímica.

6 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - MESTRADO PROFISSIONAL



Produto educacional - Material de apoio didático para a Educação Básica

Reações de oxirredução em diferentes contextos: ênfase nos processos eletroquímicos

Autora: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Apresentação

Caro leitor, este material de apoio didático foi idealizado por uma professora de Química da Educação Básica, como produto de sua dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (PPGECM/UFU).

Este material busca auxiliar professores e futuros docentes da Educação Básica acerca de alguns tópicos relacionados ao conteúdo de reações de oxirredução com enfoque em processos eletroquímicos, possibilitando um estudo sucinto sobre o assunto. Além de fornecer subsídios para a elaboração de aulas dinâmicas e contextualizadas.

É importante destacar a abordagem de reações de oxirredução em diferentes momentos e contextos, possibilitando assim, a utilização de outras reações e não apenas a abordagem de pilhas e baterias, como geralmente vem sendo proposto nos livros didáticos, inclusive, de forma separada, no capítulo específico “Reações de Oxirredução e Eletroquímica”.

A abordagem do conteúdo tem o objetivo de ser contextualizada e de fácil compreensão, buscando tornar o assunto prazeroso, principalmente para aqueles que ainda não perceberam sua importância. Procuramos mostrar que a Química está presente em nosso cotidiano, e não desvinculada, como geralmente ocorre. Tendo em vista que muitas vezes são apresentados definições e algoritmos que na maioria das vezes levam o aluno apenas a memorizar.

Para a elaboração deste material didático, foi realizado um amplo levantamento em artigos, dissertação, teses e livros didáticos. Além disso, os resultados obtidos em um curso oferecido para futuros professores de Química foram significativos para indicar pontos que poderiam ser mais detalhados.

O material de apoio didático para a Educação Básica é dividido em tópicos, que apresentam subtópicos, questões para reflexão, sugestão de leitura para você professor e futuro, além de atividades práticas e alguns exercícios.

Espero que a leitura seja agradável e contribua para uma nova perspectiva sobre a própria Eletroquímica.

Sugestões e críticas são bem-vindas.

Bons estudos!

Tatiane Aparecida Silva Rocha

Introdução

Constantemente, ouvimos as seguintes frases: “A maioria dos estudantes não gosta da disciplina de Química” e “Por que estudar química no Ensino Médio?” Estas mencionadas frequentemente pelos estudantes da Educação Básica, nos fazem refletir em relação à disciplina de Química e nos indagar: *Por que os alunos afirmam isso?*

Um dos fatores pode estar relacionado à maneira como o conteúdo químico vem sendo ministrado, onde geralmente são priorizados: i) grande quantidade de conceitos, ii) várias definições, iii) cálculos desnecessários e iv) explicações desvinculadas da realidade dos alunos. Além disso, na maioria das vezes, não é levada em consideração a explicação de um fenômeno com base no nível submicroscópico. Todos esses pontos destacados foram objetos de reflexões realizadas, em relação a minha própria prática pedagógica, através de conversas realizadas com docentes, na interação com futuros professores (curso) e com base na leitura de muitos artigos.

Considerando as características enfatizadas e a minha experiência vivenciada em enquanto docente, ao lecionar o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica, considero de suma importância: i) levar em consideração os conceitos que são pré-requisitos para abordagem do conteúdo; ii) explicar o fenômeno utilizando o nível submicroscópico; iii) usar metodologias diferenciadas; iv) relacionar o assunto com o cotidiano dos estudantes e v) proporcionar momentos de reflexão tanto por parte dos discentes quanto dos docentes em sala.

As reações envolvendo a transferência de elétrons estão bastantes presentes em nosso cotidiano, como por exemplo, pilhas, processos de eletrodeposição relacionados à prevenção da corrosão nos metais, envelhecimento da pele, fotossíntese entre outros. Deste modo, é de suma importância a abordagem deste conteúdo na Educação Básica, pois a partir desse o aluno consegue relacionar com fatos que ocorre em nossas vidas.

Diante dos pontos destacados, podemos perceber a importância do processo reflexivo na docência, como mecanismo de fortalecimento da autonomia do professor e de proposição de alternativas para solucionar os obstáculos apresentados, objetivando uma boa qualidade educacional. Como destacado por Fontana e Fávero (2013, p. 2 e 3):

o docente como profissional reflexivo não atua como um mero transmissor de conteúdos, mas, em sua interação com os alunos, professores, e toda a comunidade escolar, é capaz de pensar sobre sua prática, confrontando suas ações e aquilo que julga acreditar como correto para sua atuação profissional com as consequências a que elas conduzem.

Desse modo, devemos sempre realizar uma reflexão em relação às aulas planejadas e ministradas, verificando os aspectos que precisam ser repensados para que ocorra um melhor aprendizado por parte dos discentes, assim como contribuir para a própria formação docente. Além disso, você professor ou futuro pode, também, elaborar um material didático com o intuito de auxiliar outros leitores na compreensão ou na mudança de práticas ao abordar um conteúdo na Educação Básica.

Neste sentido, refletindo sobre a elaboração do material de apoio didático para a Educação Básica, acreditamos que a maneira como o conteúdo é estruturado pode auxiliar os alunos na compreensão do assunto. Tendo como base esse aspecto, organizamos o produto educacional fundamentado em conceitos que julgamos necessários para o conteúdo de oxirredução, com enfoque em Eletroquímica.

Serão apresentadas, nesse material, algumas sugestões de metodologias que podem ser utilizadas para a abordagem do assunto, dicas de leitura, atividades e vários momentos de reflexão.

Dessa forma, esse material busca dar subsídios para o estudo do conteúdo de Eletroquímica na Básica de maneira sucinta e auxiliar na elaboração de suas aulas. Tendo em vista que são apenas sugestões, caberá a você observar a sua realidade escolar e adequar a proposta aqui apresentada.

Tópico 1: Estrutura atômica da matéria

Este capítulo busca discutir a ideia da estrutura atômica da matéria, visto que ao lecionar o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica, evidenciamos que os discentes apresentavam dificuldades em entender os conceitos elétrons, prótons e íons, bem como a estrutura do átomo com base no modelo de Rutherford. Sendo assim, sem o entendimento dessas entidades submicroscópicas, fica complicado para o aluno compreender as reações de oxirredução, já que durante a abordagem deste conteúdo, constantemente são mencionados alguns dos conceitos destacados acima, em especial o elétron.

Deste modo, convido você leitor a refletir.



O que será vem a mente dos alunos quando nos referimos à palavra átomo?

Já pensou como esse conceito é abstrato?

A maneira como esse conteúdo foi abordado em seu Ensino Médio auxiliou sua compreensão? E ao cursar o Ensino Superior? E agora, como torná-lo mais acessível para os alunos?

Acredito que com as questões apresentadas acima, caro leitor, você passou a pensar mais sobre a abordagem desse conteúdo. Convido-lhe a refletir ainda mais sobre o assunto e verificar possibilidades de como abordar esse assunto na Educação Básica.

Muitos alunos apresentam dificuldade em compreender os conceitos relacionados à ideia de estrutura da matéria, principalmente pela necessidade de recorrer à imaginação para o desenvolvimento de um pensamento abstrato. Todavia, como alertam Melo e Lima Neto (2013, p. 112),

nas escolas temos o estudo de moléculas, de reações, mas não de modelos de moléculas, modelos de reações, ficando a sensação de que os químicos trabalham com entidades palpáveis e visíveis, quando na verdade são criações humanas.

Da mesma forma, para Pimentel e Spratley (1971 *apud* MELO; LIMA NETO, 2013, p.112, 113),

Os químicos falam de átomos e moléculas como se eles tivessem inventado (e inventaram). Raramente se menciona que átomos e moléculas são apenas modelos, criados e imaginados para serem similares às experiências realizadas nos laboratórios.

Neste sentido, é necessário deixar claro para os discentes que o átomo não foi descoberto, mas criado e imaginado para explicar inúmeros fenômenos que ocorrem ao nosso redor, surgindo assim os diferentes modelos atômicos. Seu uso permite compreender diferentes processos químicos e físicos.

Mas se o átomo não pode ser visto, como aceitar os modelos propostos?

Extraído e adaptado de Santos e Mól (coords) (2016)

Na tentativa de explicar o mundo que nos rodeia, os cientistas elaboraram modelos. Porém, é importante destacar que os modelos elaborados não correspondem à forma real dos objetos representados, eles apenas se aproximam dela à medida que são aperfeiçoados.

Mas, como reconhecemos se um modelo está próximo da realidade? Para que o modelo elaborado esteja próximo do fato, os cientistas observam, estudam, levantam hipóteses para explicar, imaginam e realizam experimentos, analisam dados e verificam se as suas hipóteses são plausíveis e estão de acordo com o esperado. Se estiverem, então eles passam a ter evidências de que aquela hipótese inicialmente levantada pode estar correta, sendo aceita pela comunidade científica, essa hipótese se transforma em uma nova teoria científica.

Algumas vezes, há mais de uma teoria que consegue explicar o objeto de estudo e que foi testada experimentalmente ou aceita por evidências teóricas. As teorias são, na verdade, modelos explicativos. Vale destacar que as teorias ou modelos, correspondem, em maior ou menor grau, à realidade. Algumas teorias não podem ser testadas experimentalmente, mas muitas vezes são aceitas pela sua consistência teórica. Como por exemplo, na época em que Albert Einstein começou a estudar as galáxias (sistemas cósmicos que contêm bilhões de astros), em 1915, apenas a Via Láctea era conhecida. Mesmo assim, ele trabalhou com equações que indicavam a existência de outras galáxias que só puderam ser comprovadas dez anos mais tarde.

Referência:

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords). **Química cidadã**. 3º. ed. São Paulo: AJS, 2016, v. 1.

Qual o modelo de átomo que devo ensinar?

Acreditamos que você deve estar se perguntando “Qual o modelo de átomo que devo ensinar?”, uma boa resposta poderia ser: “Depende para que os átomos modelados vão ser usados depois...” (CHASSOT, 1996, p. 3).

Sendo assim, vamos relacionar essa resposta com os conteúdos químicos escolares?

Por exemplo, ao abordar o tópico de balanceamento de equações químicas, apenas o modelo atômico proposto por Dalton é suficiente, visto que as previsões ocorrem em número de partículas, ou seja, a concepção de que o átomo tem uma unidade característica já atende à necessidade de consistência teórica. Entretanto, para compreender os fenômenos que envolvem os processos elétricos, o modelo atômico de Dalton já não apresenta mais subsídio para explicar todos os fatos que podem ser observados, necessitando assim, de outro modelo atômico, no caso de Rutherford.

Desse modo, um determinado modelo pode apresentar limitações na explicação de um fenômeno, surgindo assim, a necessidade de elaborar um modelo mais aperfeiçoado. Como destacado por Chassot (1996, p. 6): “construímos modelos na busca de facilitar nossas interações com os entes modelados. É por meio de modelos, nas mais diferentes situações, que podemos fazer inferências e previsões de propriedades”.

É importante destacar que os modelos atômicos elaborados são provisórios e suscetíveis de aperfeiçoamento, ou seja, podem surgir outros modelos além dos apresentados até o momento. Já que o conhecimento científico e a tecnologia evoluem, os modelos sobre a constituição da matéria também podem evoluir (SANTOS; MÓL, 2016).

Ao lecionar o conteúdo escolar “Modelo Atômico”, devemos nos preocupar com a construção histórica e as limitações apresentadas por cada modelo, bem como devemos nos preocupar com a necessidade de utilização de cada um. Assim, não existe justificativa para ensinar todos os modelos ao mesmo tempo, já que sua utilização varia ao longo da Educação Básica. Além disso, geralmente nos acostumamos a abordar o assunto com a utilização de analogias, como bola de bilhar, pudim de passas e sistema planetário, neste caso, é importante deixar claro para os discentes que são apenas analogias e que as mesmas apresentam diversas limitações. Para Lopes (1997, p. 564),

o uso de analogias deve tornar uma nova informação mais concreta e fácil de imaginar [...]. No entanto, a utilização de analogias apresenta algumas

Para uma melhor compreensão das ideias apresentadas pelos alunos em relação à ideia de Modelo Atômico, sugerimos a leitura do artigo dos autores Melo e Lima Neto (2013)

desvantagens, pois, uma analogia nunca possui equivalência absoluta com o objeto alvo, as diferenças entre os mesmos pode ser fonte de enganos.

Relação entre a estrutura atômica da matéria com as reações de oxirredução com abordagem em Eletroquímica

Você já percebeu que existe uma relação entre a estrutura atômica da matéria com as Reações de Oxirredução, com foco em Eletroquímica? Se ainda não, vamos lá!

Extraído e adaptado de Mortimer e Machado (2016); Fonseca (2016); Santos e Mól (coords) (2016).

Tendo como base o modelo atômico de Thomson, Rutherford e Bohr, as partículas constituintes do átomo que possuem carga positiva são denominadas de prótons, já as negativas de elétrons. A carga do próton só difere da do elétron em sinal, ou seja, são iguais em módulo (em valor absoluto). Em um átomo neutro (carga elétrica total nula), o número de cargas positivas é igual ao de cargas negativas, ou seja, o número de prótons é igual ao de elétrons.

Quando o número de elétrons não for igual ao seu número de prótons, haverá uma carga residual. A carga é resultante da diferença entre as quantidades de prótons e de elétrons. As partículas que têm quantidades de elétrons diferentes das de prótons são chamadas íons, essa diferença de configuração ocorre apenas na região mais externa do átomo, onde ficam os elétrons, ou seja, na eletrosfera. O núcleo atômico permanece inalterado, com base no modelo atômico de Rutherford.

Os íons podem ser positivos ou negativos. Assim, a formação de íons positivos,

denominados cátions, se refere à perda de elétrons pelo átomo, ou seja, a tendência de o átomo perder elétrons, ao passo que a formação de íons negativos, denominados ânions, se refere ao ganho de elétrons pelo átomo, ou seja, a tendência de o átomo ganhar elétrons. Devemos nos referir à perda ou ganho de elétron, como tendência, pois o átomo é inanimado. Logo, não apresenta características humanas, como muitas vezes somos levados a entender quando alguém diz que “o átomo quer

receber ou doar elétrons”. Como se pode dizer, o átomo nem sabe se ele quer ganhar ou perder alguma coisa.

É importante ter clareza sobre o que significam os termos: átomo, molécula, substância e íon.

Em um íon, a representação é feita da seguinte maneira: X^{carga} , em que X representa o símbolo do elemento químico. A carga deve ser demonstrada pelo seu valor numérico, quando superior a 1, sempre seguido do seu sinal (positivo ou negativo).

Exemplos: Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , O^{2-}

Observemos o elemento sódio e a formação de seu íon mais estável:

${}_{11}\text{Na}$ (essa representação mostra que um átomo de sódio apresenta 11 prótons em seu núcleo), ou seja:

$p = 11 (+) + + + + + + + + +$

como se trata de um átomo neutro, a quantidade de elétrons será a mesma:

$e = 11 (-) - - - - - - - - -$

Todavia, o íon Na^+ significa que esta espécie tem um próton a mais do que a quantidade de elétrons. Logo são:

$p = 11 (+) + + + + + + + + +$

$e = 10 (-) - - - - - - - - -$

Como se observa pela segunda representação, o número de prótons prevalece em relação à quantidade de elétrons, ocorrendo assim, a formação de um cátion. Dessa forma, podemos utilizar a seguinte representação: Na^+

Vamos verificar o mesmo raciocínio em relação ao átomo de Flúor (F).

${}_{9}\text{F}$:

$p = 9 (+) + + + + + + + + +$

$e = 9 (-) - - - - - - - - -$

Já o íon F^- tem um elétron a mais que o número de prótons. Logo,

$p = 9 (+) + + + + + + + + +$

$e = 10 (-) - - - - - - - - -$

Neste caso, podemos representar da seguinte forma: F^- , já que o número de elétrons prevalece em relação à quantidade de prótons.

Geralmente, para alguns estudantes, as representações destacadas acima não ficam claras. Para entender melhor as concepções apresentadas por muitos alunos, vamos utilizar como exemplo o íon Na^+ . Durante nossa experiência docente e em algumas pesquisas, percebemos que, para uma parcela dos alunos, a carga deveria ser negativa. Neste caso, esses estudantes não compreendem que o número de prótons prevalece em relação à quantidade de elétrons, sendo a carga do próton positiva e a do elétron negativa, por isso a carga a ser

Caso apresente um maior interesse em relação a este subtópico sugiro a leitura do livro de química da autora Fonseca, volume 1.

representada é positiva, e que o número que está acompanhando a carga é relacionado ao quanto o número de prótons prevalece em relação ao número de elétrons ou vice-versa.

Íons e a Tabela Periódica

Extraído e adaptado de Mortimer e Machado (2016); Fonseca (2016); Santos e Mól (coords) (2016), Silva (2016)

O conceito de valência está relacionado à capacidade de combinação dos elementos químicos. Ele foi estabelecido no século XIX e, naquela época, indicava o número de átomos de hidrogênio com os quais determinado elemento químico poderia se combinar.

Tendo em vista que as transformações químicas ocorrem por meio da quebra e da formação de ligações entre as espécies, é necessário ter um modelo que explique como tais ligações se processam. Dessa forma, utilizamos aqui, resumidamente, a proposta de Rutherford-Bohr, que considera o átomo com um núcleo esférico composto por prótons e nêutrons e uma eletrosfera, ou seja, uma região externa (também esférica) disposta em camadas com diferentes níveis energéticos, onde ficam os elétrons. As trocas de elétrons entre os átomos, de acordo com esse modelo, se dão no nível da eletrosfera, prioritariamente na camada de valência.

Mas, o que é camada de valência?

O nível de energia mais externo da eletrosfera de um átomo, no seu estado fundamental, é denominado camada de valência, ou seja, a camada mais distante do núcleo de um átomo, ou de um íon.

A quantidade de energia necessária para arrancar elétrons dos átomos varia de acordo com a força com a qual os elétrons são atraídos pelo núcleo. Assim, para os átomos de metais, essa energia é relativamente baixa se comparada com a necessária para arrancar elétrons de átomos dos não metais. Os núcleos dos átomos de elementos metálicos apresentam, geralmente, baixa atração pelos elétrons da camada de valência, justificando os valores baixos de potencial de ionização e a formação de íons positivos.

Desse modo, os elétrons da camada de valência de átomos de metais são fracamente atraídos por seu núcleo e com isso os elétrons de valência estão mais livres para se movimentarem entre os átomos, o que explica a ligação metálica.

Os materiais metálicos são amplamente utilizados em nossa sociedade, devido as suas propriedades físicas e químicas. Algumas propriedades são características dos metais como: brilho; alta condutividade térmica e elétrica; altos pontos de fusão e ebulição: maleabilidade; ductibilidade e resistência à tração.

Em relação aos elementos situados nas colunas 1, 2 e 13 da Tabela Periódica, a valência é igual ao número de elétrons em sua última camada. Os íons desses elementos tem carga +1, no caso da coluna 1 (por exemplo, Na^+), +2 no caso da coluna 2 (por exemplo, Mg^{2+}) e +3 no caso da coluna 13 (por exemplo, Al^{3+}).

No caso das colunas 14 a 17, a valência principal pode ser definida como o número de elétrons que o elemento tende a ganhar para ficar com a configuração do gás nobre. No caso do carbono e dos outros elementos situados na coluna 14, esse número é igual a 4, portanto, faltam quatro elétrons para adquirir estabilidade de um gás nobre. É importante destacar que o carbono, porém, geralmente não tende a formar íons, mas a compartilhar esses quatro elétrons em ligações químicas covalentes.

Continuando a discussão, em relação às outras colunas que apresentam os elementos representativos, a valência do nitrogênio, é igual a 3, deste modo os outros elementos da coluna 15, apresentam também a valência 5, quando são utilizados seus cinco elétrons de valência nas combinações que ele forma. Por esse mesmo raciocínio, o oxigênio tem valência 2, pode formar ânions com carga -2 (O^{2-}). Os elementos da coluna 17, chamados de halogênios, formam ânions de carga -1, a exemplo do Cl^- .

Quando um átomo perde elétrons, ele se torna carregado positivamente formando um íon (cátion), no entanto, este processo não é espontâneo e requer energia. Na natureza, as transformações da matéria tendem espontaneamente sempre a um estado de menor energia.

Assim, quando um átomo perde elétrons, sua energia deverá aumentar desestabilizando-o de certa forma, uma vez que o número de forças atrativas (núcleo-elétrons) irá diminuir. Portanto, ao retirar elétrons de um átomo é necessário certo valor de energia.

Tópico 2: Representação de um fenômeno em nível submicroscópico

Esse segundo capítulo será iniciado com uma atividade. Para isso, você deve ler a explicação, que se encontra logo abaixo desse parágrafo e em seguida representar o fenômeno em nível submicroscópico. Mas, antes de você ler a explicação, vamos entender o termo submicroscópico, segundo Sangiogo (2014, p. 33), esse termo é utilizado para partículas que não são visíveis pelo uso de microscópios ópticos, como átomos, moléculas, elétrons, ou seja, que não podem ser vistos diretamente.

17

Na pilha de Daniell, a chapa de zinco, ao se oxidar, libera íons Zn^{2+} para a solução e elétrons que se movimentam em direção à placa de cobre. Na placa de cobre, os íons Cu^{2+} da solução se reduzem, depositando-se na chapa na forma metálica. Com a diminuição de cátions (Cu^{2+}) na solução, o excesso de ânions (SO_4^{2-}) migra para o lado oposto, que teve um aumento de cátions com a liberação de Zn^{2+} . Tendo em vista as dificuldades dos alunos para entenderem esse processo, como você acha que ele deveria ser representado?

Com base na explicação do fenômeno mencionado acima, convido você a realizar algumas reflexões, sendo as mesmas destacadas a seguir.

Você considera importante trabalhar esse tipo de atividade na Educação Básica? E no Ensino Superior?
Caso, você seja professor e já tenha explicado a Pilha de Daniell, o que você pensa sobre a utilização do modelo submicroscópico?
Será que esse tipo de abordagem facilita a compreensão do fenômeno?

¹⁷ Explicação referente ao “Esquema dos processos químicos da pilha de Daniell” retirado do livro: SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (org). **Química Cidadã**. 2ª ed. São Paulo: AJS, 2016, v.3.

O interesse pela elaboração desse capítulo surgiu, através das observações realizadas ao explicar a Pilha de Daniell, e com base no último encontro do curso oferecido para (futuros) professores de Química da FACIP/ UFU.

Considerando essas observações notou-se que tantos os discentes da Educação Básica, quanto os (futuros) professores apresentam dificuldades em explicar um fenômeno com base no nível submicroscópico. Porém, acredita-se que este fato é reflexo da dificuldade em explicar o abstrato e também da formação dos professores, já que geralmente os docentes de Química da Educação Básica e Ensino Superior não solicitam aos alunos que representem um fenômeno em nível submicroscópico. Entretanto, em vários momentos precisamos do submicroscópico para compreender um fenômeno.

As representações de partículas submicroscópicas são instrumentos que auxiliam na compreensão e explicação de fenômenos e situações. Como ferramentas construídas e compartilhadas por um grupo específico de Químicos e Educadores Químicos, elas necessitam de mediação didática quanto à compreensão sobre sua natureza e as relações e nexos conceituais que podem ser atribuídos às mesmas.

Atualmente, na literatura encontram-se pesquisas relacionadas a concepção dos alunos ao representar fenômenos com base em modelo submicroscópico. Diante disso, sugere-se a leitura da pesquisa dos seguintes autores: Sangiogo (2014); Gaudêncio e colaboradores (2012); Rocha e colaboradores (2015).

Tópico 3: Determinando o número de oxidação

Extraído e adaptado GEPEQ (1999)

Em 1852, Edward Frankland (1825 – 1899) estabeleceu a Teoria da Valência, admitindo que os átomos apresentariam “unidades de capacidade de combinação”, que se “saturariam” mutuamente. Assim, considere as fórmulas relacionadas a seguir:

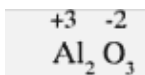
NaH	CaH ₂	H ₃ N	H ₄ C	H ₂ O	HCl	H ₂ S
Hidreto de sódio	Hidreto de cálcio	amônia	metano	Água	Cloreto de hidrogênio	Sulfeto de hidrogênio

Percebe-se, pela análise das fórmulas, que é possível expressar por um número a capacidade de combinação de cada elemento com o hidrogênio. Esse número, que indica quantos átomos de hidrogênio combinam ou são substituídos por um átomo de um dado elemento, foi chamado por Frankland de quantivalência ou, simplesmente, valência desse elemento.

De acordo com as representações consideradas, pode-se afirmar que a valência do sódio é 1 (monovalente), a do cálcio é 2 (divalente), a do nitrogênio, 3 (trivalente), a do carbono, 4 (tetraivalente), a do oxigênio, 2 (divalente), a do cloro, 1 (monovalente) e do enxofre, 2 (divalente). Assim, pela fórmula de um composto constituído por dois elementos, quando se conhece a valência de um deles, pode-se determinar a valência do outro – desde que se considere que ambos concorrem com o mesmo total de unidades de valência (valência do elemento x número de átomos do elemento).

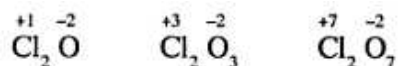
Considerando as ideias de Berzelius e Frankland, nota-se ser possível relacionar o caráter eletropositivo ou eletronegativo do elemento à valência do mesmo. Assim, ao valor numérico da valência pode-se atribuir um sinal positivo, se o elemento manifestar caráter eletropositivo, ou sinal negativo, caso seja eletronegativo. A valência, assim considerada, representa o número de oxidação do elemento, ou seja, a carga elétrica supostamente manifestada por esse elemento. Por exemplo, no composto HCl, o número de oxidação do hidrogênio (+1) e o cloro é (-1). No composto NaH, o número de oxidação do sódio é (+1) e do hidrogênio (-1).

A ideia de número de oxidação foi introduzida por Johnson, em 1880. Indica-se o número de oxidação do elemento colocando o seu valor, em algarismos arábicos, acima do seu símbolo na fórmula do composto. Assim:



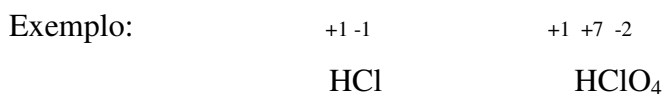
Dessa maneira, pode-se estabelecer algumas regras para atribuir números de oxidação aos elementos nos compostos, fundamentados nestas considerações:

- Num composto, a soma total dos números de oxidação dos elementos que o formam deve ser zero.
- O número de oxidação do hidrogênio é (+1). Porém, nos hidretos metálicos, como o NaH, CaH₂, o número de oxidação do hidrogênio é (-1).
- O número de oxidação do oxigênio, na maioria dos compostos, é (-2). Em alguns compostos, como peróxido de hidrogênio (H₂O₂), é (-1).
- Os números de oxidação dos halogênios (Cl, Br e I), em compostos binários, é (-1). Em compostos desses elementos com o oxigênio, que também são binários, seus números de oxidação são positivos. Exemplos:



- Metais alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs) apresentam, nos seus compostos, número de oxidação (+1). Metais alcalinos terrosos (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) apresentam, nos seus compostos, número de oxidação igual a (+2).
- Tratando-se as substâncias formadas por um único elemento – como o Cl₂, O₂, N₂, P₄, Cu, Zn, Al- o número de oxidação é zero. Como são constituídos por átomos do mesmo elemento, não há manifestação de carga elétrica.

Apenas lembrando que o número de oxidação apresentado acima, está relacionado com a tabela periódica, tópico já discutido nesse material. Além disso, um determinado elemento pode adquirir um caráter parcial (δ), cuja carga é positiva ou negativa dependendo da diferença de eletronegatividade entre os átomos envolvidos. Dessa forma, o número de oxidação (nox) de uma espécie pode variar dependendo da outra espécie a qual se encontra ligado.



Como se observa nos exemplos acima, o nox do Cl, não é o mesmo, no primeiro exemplo é -1 e no segundo +7.

Tópico 4: Reações de oxirredução em diferentes contextos

Extraído e adaptado de González(2017); Kluge; Ferreira, Mól, Silva (1997); Braathen (1997); Mortimer e Machado (2016).

Caro leitor, neste capítulo será apresentado alguns exemplos de reações de oxirredução em nosso cotidiano. Porém, antes de iniciar essa abordagem, convido você a realizar uma atividade, sendo a mesma destacada abaixo:

Já pensou em relacionar a transferência de elétrons com a fotossíntese?

Você acha que poderia incluir reações de oxirredução que ocorrem em nosso cotidiano como forma de dar outra perspectiva para a discussão nas aulas?

Quais desses assuntos você se sente mais seguro ao abordar as reações de oxirredução na Educação Básica: A vitamina C; o uso de pilhas e baterias; as reações de oxirredução no organismo – o uso do bafômetro ou o envelhecimento da pele e os antioxidantes? São tantas possibilidades, não é mesmo?

Acredito que durante o seu Ensino Médio, você estudou a reação da fotossíntese, tanto nas aulas de Biologia, bem como, na disciplina de Química no tópico de balanceamento de reações. Entretanto, acredito que não foi destacado que o processo da fotossíntese é um exemplo de reações de oxirredução.

As reações de oxirredução envolvem a transferência de elétrons entre as espécies. Na oxidação a um aumento do nox, já a redução a uma diminuição do número do nox. Uma reação de oxirredução (ou redox) é uma reação em que há transferência de elétrons de uma espécie química para outra, por isso, a modificação do número de oxidação.

Em nosso cotidiano, são muitos os exemplos de reações de oxirredução, como por exemplo: a combustão, a corrosão, a fotossíntese, o funcionamento de pilhas e baterias, os processos metabólicos, a conservação de alimentos e a revelação de fotografias.

Vamos iniciar uma breve explicação de alguns fenômenos presentes em nosso cotidiano em que as reações de oxirredução estão presentes. Para você ficar ainda mais informado, sobre os assuntos, serão sugeridas leituras de algumas pesquisas.

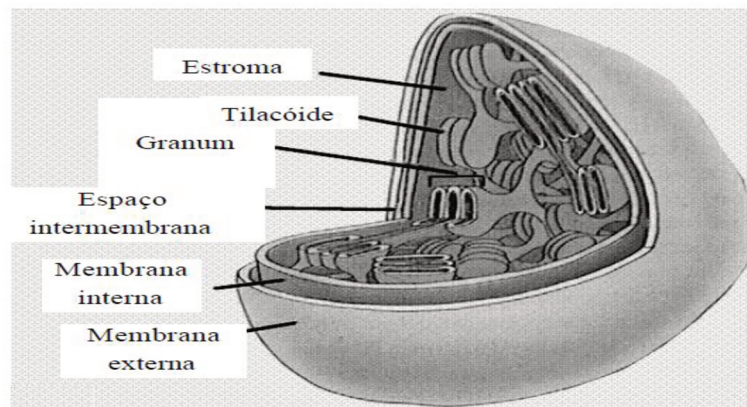
Convido-te a relembrar: O que é fotossíntese?

A fotossíntese pode ser realizada devido á capacidade que têm as clorofilas (e outros pigmentos) de absorver a energia solar. As clorofilas são os pigmentos que mais absorvem luz nas plantas, havendo outros compostos que também absorvem luz e que em geral, são chamados de pigmentos cromóforos. A clorofila se encontra nos cloroplastos. O cloroplasto é composto por um sistema de membranas bem organizado denominados de tilacóides (Figura 8). As clorofilas estão contidas dentro deste sistema de membranas, o que fornece a coloração verde ao cloroplasto.

Sugere-se a leitura das pesquisas dos autores González e Kluge. Informações sobre onde o artigo se encontra disponível, consultar a referência bibliográfica.

Os tilacóides são os sítios das reações de luz da fotossíntese.

Figura 8: O cloroplasto e suas estruturas



Fonte: Kluge (Título: Fotossíntese; p.13).

Resumidamente dois estágios sequenciais ocorrem nos cloroplastos:

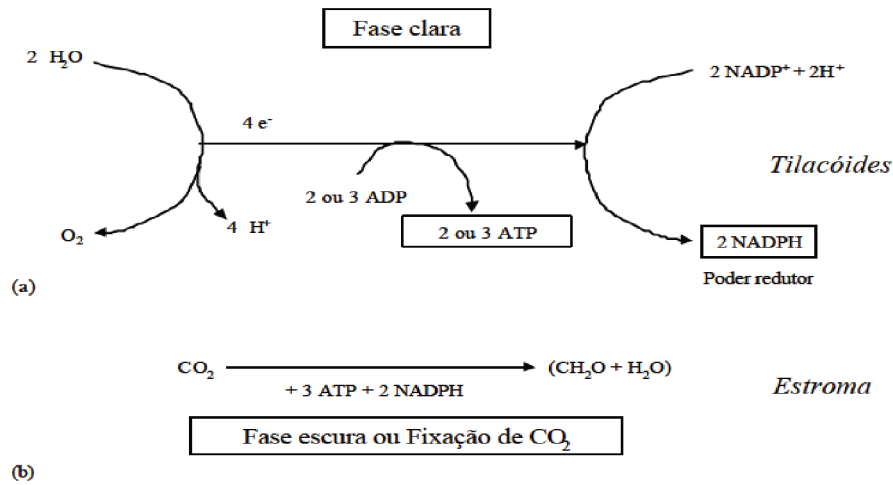
a) Primeiro, a luz com certos comprimentos de onda são capturadas e convertidas em energia química por uma série de passos chamados de reações de luz ou reações luminosas ou ainda fase clara. Essas reações são processadas nas membranas internas do cloroplasto (tilacóides).

b) Segundo, o CO_2 é fixado e reduzido à compostos orgânicos, particularmente açúcares, por uma série de passos chamados de reações no escuro ou fixação de CO_2 ou ainda fase escura. Esse processo ocorre na matriz fluída do cloroplasto (estroma).

A fotossíntese envolve dois processos ligados:

- a oxidação de H_2O em O_2 mediada pela luz e produção de ATP – fase Foto
- a redução do CO_2 em moléculas orgânicas, onde o ATP é utilizado – fase Síntese.

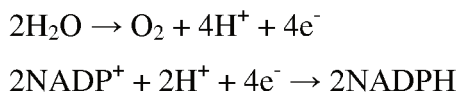
Figura 9: Resumo da fotossíntese. (a) fase clara (reações de luz); (b) fase escura ou fixação de CO₂.



Fonte: Kluge (Título: Fotossíntese; p.14).

Como se observa na Figura 9, a fase clara é um fenômeno que envolve a transferência de elétrons, caracterizando um encadeamento de reações de oxirredução. Porém, esse exemplo praticamente não é discutido nas aulas de Química.

De forma linear, a fase clara pode ser representada da seguinte forma:



Deixando mais claro, para você leitor que se trata de um fenômeno químico.

Continuando a discussão em relação às reações de oxirredução em nosso cotidiano, tem-se a relação com o bafômetro. Quando uma pessoa ingere bebidas alcoólicas, o álcool passa rapidamente para a corrente sanguínea, pela qual é levado para todas as partes do corpo. Esse processo de passagem do álcool do estômago/intestino para o sangue leva aproximadamente de 20 a 30 minutos, dependendo de alguns fatores, como peso corporal, capacidade de absorção do sistema digestivo e gradação alcoólica da bebida.

Os autores Ferreira, Mól, Silva (1997) e Braathen (1997) apresentam experimento para a construção de um bafômetro. Informações sobre onde se encontra disponível, consultar a referência bibliográfica.

CURIOSIDADE:

Efeito do etanol no sangue de uma pessoa:

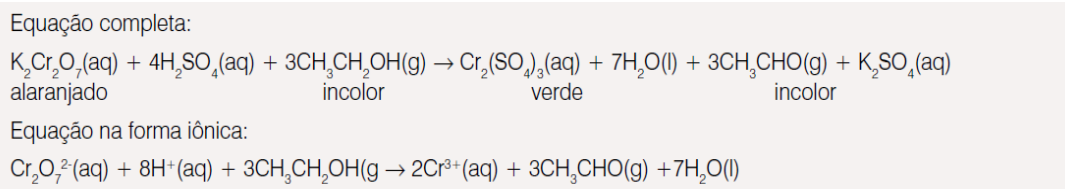
% de álcool no sangue	Efeito no ser humano
0,05	Sensação de euforia
0,1	Perda da coordenação motora
0,2	Desequilíbrio emocional
0,3	Inconsciência
0,4 a 0,5	Estado de coma
0,6 a 0,7	Morte

Fonte: Entendendo o bafômetro. Disponível em:

<http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_bafometro.htm>. Acesso em: 20/01/2018.

Entretanto, a presença de álcool no sangue é determinada pela medição do álcool no ar exalado pela pessoa, o que é feito pela observação visual ou instrumental de simples reações químicas de oxirredução (Figura 10). Ocorre a oxidação de álcool a aldeído e a redução do dicromato a cromo (III), ou mesmo a cromo (II).

Figura 10: Equações da reação química do bafômetro portátil



Fonte: Braathen (1997, p. 4)

A coloração inicial é amarelo-alaranjada, devido ao dicromato, e a final é verde-azulada, visto ser o cromo (III) verde e o cromo (II) azul. Estes bafômetros portáteis são preparados e calibrados apenas para indicar se a pessoa está abaixo ou acima do limite legal. Como base na equação acima, é possível discutir a variação do nox de uma espécie.

E para finalizar os exemplos, vamos discutir a Vitamina C. As pilhas e baterias serão discutidas no próximo capítulo.

A vitamina C é um antioxidante aliado na prevenção do envelhecimento, com capacidade de auxiliar a combater os radicais livres. Este nutriente pode ser administrado de maneira tópica, na forma de cremes, que o contenham ou seus derivados, ou de maneira oral pela ingestão de alimentos ou suplementos. Existem vários estudos experimentais que demonstram a eficácia desta vitamina na proteção a processos oxidativos.

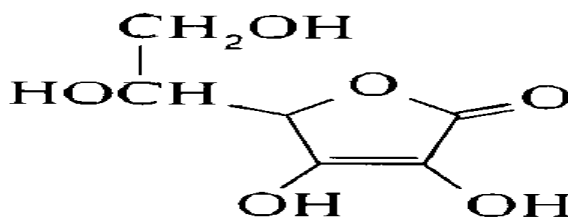
A vitamina C, é a mais comum das vitaminas, é a substância quimicamente conhecida como ácido ascórbico, um ácido de natureza orgânica. O seu nome vem de um termo latino – scorbutus – que era usado para designar os sintomas decorrentes de sua falta no organismo.

Até cerca de 200 anos atrás, eram comuns viagens marítimas que duravam meses no mar. Exploradores, marinheiros ou outras pessoas nelas envolvidas só comiam alimentos de provisões estocadas. Não faltavam carboidratos nem proteínas, mas muitos sentiam falta de frutas frescas e vegetais que proveriam com a vitamina C.

Esta vitamina é encontrada principalmente em mexericas, laranjas, morangos, brócolis e pimentões. A deficiência dessa vitamina no organismo provoca sangramento nas gengivas e dor nos ossos.

A vitamina C é solúvel em água. Em sua estrutura pode-se constatar a presença dos grupos –OH (Figura 11), que favorecem sua dissolução em água, pelo estabelecimento de interações intermoleculares.

Figura 11: Fórmula estrutural da vitamina C



Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 206).

As ligações entre os átomos são covalentes. O poder redutor da vitamina está associado à sua facilidade em se oxidar. Por isso, devemos considerar que a exposição de alimentos ricos em vitamina C à presença de ar ou ao calor provoca a perda de seu poder redutor.

Dicas...

Na Revista Química Nova na Escola há mais de 20 artigos que abordam a questão das Reações de Oxirredução com enfoque em Eletroquímica, abordando assuntos diversos como, escurecimento de frutas e metais, maresia, célula galvânica e eletrolítica e questões ambientais, utilizando como uma das principais metodologias a experimentação.

- Reações de oxirredução:
 - Oxidação de metais (2003)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A12.PDF>>;
 - Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no ensino médio (2005)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc22/a10.pdf>>;
 - Um experimento simples envolvendo óxido-redução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia (2006)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc23/a12.pdf>>;
 - Escurecimento e limpeza de objetos de prata-um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução (2008)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc30/11-EEQ-4407.pdf>> e
 - Limpando Moedas de Cobre: Um Laboratório Químico na Cozinha de Casa. (2016)
< http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38_1/05-CCD-58-15.pdf>.

- Corrosão:
 - Corrosão de metais por produtos de limpeza (2007)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc26/v26a12.pdf>>;
 - Análise experimental da resistência à corrosão e da velocidade de corrosão: uma proposta pedagógica (2011)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_1/09-EEQ8609.pdf >;
 - Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais (2011)
< http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_1/08-EEQ6810.pdf >;
 - A Gota Salina de Evans: Um Experimento Investigativo, Construtivo e Interdisciplinar (2013)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/04-EA-191-12.pdf>;
 - Experimento sobre a Influência do pH na Corrosão do Ferro (2015)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc37_1/11-EEQ-69-13.pdf >;
 - Maresia no ensino de química (2007)
< <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc26/v26a05.pdf>> e
 - Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica (2009)
< http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf>.

- Células galvânicas e eletrolíticas:
 - Experimentos sobre pilhas e a composição dos solos (1998)
< <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/exper1.pdf>>;
 - Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção (2000)
< <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a09.pdf> >;
 - Construção de uma célula eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a partir de materiais de baixo custo (2013)
< http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/07-EEQ-02-12.pdf > e

Potencial de Eletrodo: uma medida arbitrária e relativa (2003)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc17/a12.pdf>>.

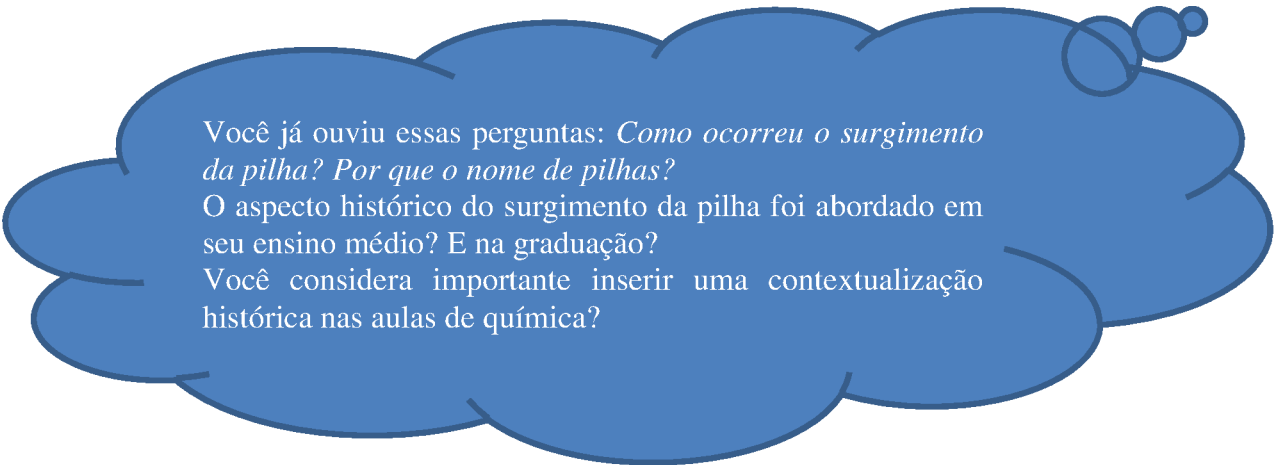
- A relação entre eletroquímica e cinética química:
A corrosão na abordagem da cinética química (2005)
<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc22/a06.pdf>> e
Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa (2016)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38_3/08-RSA-106-14.pdf>.
- Outras propostas:
Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais (2011)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_4/216-RSA-8910.pdf>;
Aumentando o interesse do alunado pela química escolar e implantação da nova proposta curricular mineira: desenvolvimento e resultados de projeto seminal realizado no PIBID-UFSJ (2012)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/03-PIBID-126-12.pdf> e
O Lixo eletroeletrônico: Uma abordagem para o Ensino Fundamental e Médio (2010)
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_4/06-RSA10109.pdf>.

Tópico 5: Como ocorreu o surgimento da pilha?

Extraído e adaptado Chagas (2000) e Tolentino e Rocha-Filho (2000).

As pilhas, assim como as baterias estão bastante presentes em nosso cotidiano. Na sociedade atual em que estamos vivendo, é muito difícil o dia que não utilizamos uma pilha ou uma bateria, elas estão presentes no controle remoto, relógios, carros, brinquedos entre outros equipamentos.

Porém, antes de iniciar a discussão em relação ao surgimento da pilha, te convido a realizar as seguintes reflexões:



Você já ouviu essas perguntas: *Como ocorreu o surgimento da pilha? Por que o nome de pilhas?*
O aspecto histórico do surgimento da pilha foi abordado em seu ensino médio? E na graduação?
Você considera importante inserir uma contextualização histórica nas aulas de química?

Após realizar essas reflexões, vamos entender como tudo ocorreu?

Tudo começou na Antiguidade, por volta do século VI a.C., quando o filósofo Tales de Mileto observou que ao atritar uma resina natural, denominada de âmbar, com tecidos de seda, eles adquiriam a propriedade de atrair fragmentos de palha. Nessa época, o âmbar era conhecido em grego pelo nome de “elektron”, neste sentido, nasceu então a palavra eletricidade.

Em 1660, Otto von Guericke inventou a primeira máquina para produzir eletricidade, a qual era constituída por uma esfera de enxofre dotada de um eixo e um dispositivo mecânico que permitia imprimir-lhe um movimento de rotação. “Quando friccionada com algum material, a mão seca, por exemplo, então a esfera tornava-se eletrificada e produzia pequenas faíscas, atraindo gotas de água, fragmentos de palha etc.” (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 2000).

No final de 1799, Alessandro Volta concluiu seu trabalho sobre o que ele chamou de “órgão elétrico artificial”, conhecido atualmente como pilha elétrica. O “órgão elétrico artificial” foi o resultado de uma controvérsia entre Volta e Luigi Galvani.

Em torno de 1780, Galvani descobriu que quando se tocava uma extremidade de um músculo dissecado da perna de uma rã, com um metal e a outra extremidade com outro metal diferente, ao se pôr em contato dos dois metais o músculo se contraía. Deste modo, Galvani expôs a seguinte conclusão: a eletricidade detectada tinha origem animal, isto é, os músculos armazenavam eletricidade e os nervos conduziam essa eletricidade (eletricidade animal).

Já em 1792, Volta repetiu e confirmou as experiências de Galvani, contudo nos anos seguintes à medida que suas pesquisas sobre essa questão progrediram, Volta aos poucos mudou de ideia e acabou propondo outra explicação para os fenômenos observados. Volta passou a ver o animal mais como um sensor de eletricidade externa do que uma fonte de eletricidade interna. Isto fez com que Volta começasse a considerar a possibilidade de que a eletricidade tivesse uma origem externa e decorresse da diferença dos metais usados e a rã reagiria a essa eletricidade metálica.

Nessa época, Volta também estava procurando apresentar uma evidência decisiva em apoio ao poder dos metais de gerar eletricidade artificial. Após muitas tentativas, surgiu a ideia de associar pares de metais sob a forma de placas sobrepostas de tal maneira que se tornassem passíveis à obtenção de uma força.

Nesse sentido, ele decidiu empilhar de modo alternado (daí o nome pilha) diversos discos de dois metais diferentes, por exemplo, zinco e prata. Com base nessa experiência, constatou que quando os discos eram do mesmo metal, a tensão elétrica desaparecia; e quando eram diferentes, a tensão era dependente do número de pares de discos. Volta empilhou seus pares de discos metálicos separados por um pedaço de papelão umedecido com água ou, água com sal (cloreto de sódio) ou com lúxívia (carbonato de potássio, principalmente). Notou, então, que as tensões elétricas se somavam; estava inventada a pilha elétrica. Além da prata podiam ser utilizados outros metais como cobre, estanho ou chumbo, sendo que das diferentes combinações, prata e zinco davam os melhores resultados.

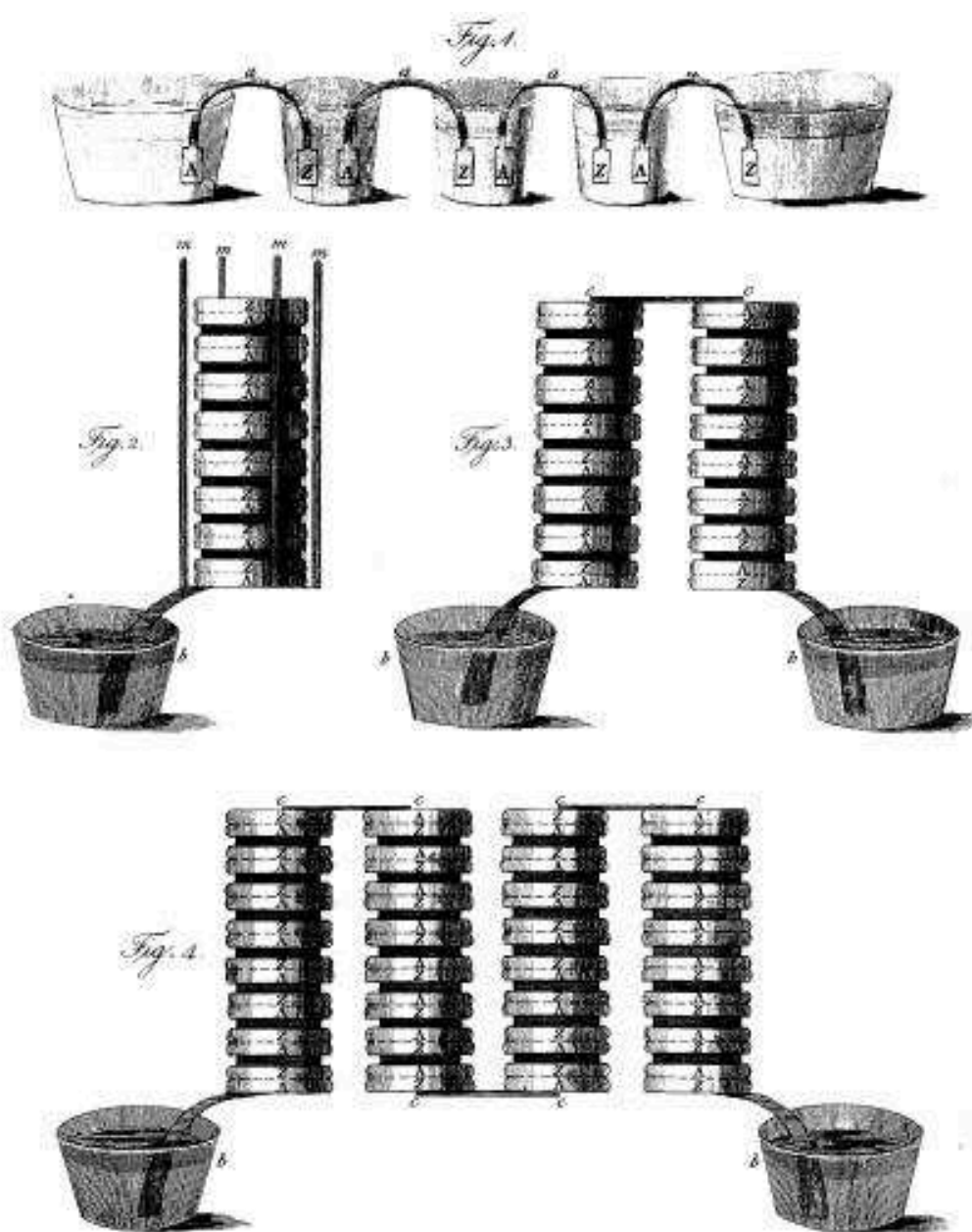
Volta também testou outra modificação, que denominou de uma cadeia de copos: vasilhas (copos) de vidro, madeira ou cerâmica, cheias pela metade com uma

Para possuir um maior conhecimento sobre o surgimento da pilha sugere-se a leitura dos artigos: Os 200 anos da Pilha Elétrica e O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica. Informações sobre onde o artigo se encontra disponível, consultar a referência bibliográfica.

Alessandro Giuseppe Anastasio Volta não teve educação formal. É considerado o “descobridor” do metano, foi nomeado professor de Física Sperimentale da Universidade de Pavia, sem ter nunca cursado uma universidade.

solução de sal ou com barrilha, eram colocadas lado-a-lado e conectadas por um conjunto de lâminas cujos terminais eram um de prata depositada sobre cobre (ou diretamente cobre ou latão) e o outro de zinco (ou estanho), imerso na próxima vasilha.

Figura 12: Reprodução do desenho das pilhas anexo à carta de Alessandro Volta a sir Joseph Banks publicada nas *Philosophical Transactions, of the Royal Society of London*, de setembro de 1800, p. 430. Na Figura 1 do desenho é representada a versão denominada por Volta de cadeia de copos. Nas Figuras 2 a 4 são representadas pilhas com números crescentes de discos metálicos.



Fonte: Tolentino e Rocha-Filho (2000, p. 38).

Após seu comunicado, muitos pesquisadores passaram a construir suas pilhas e a utilizá-las. Em 1800, William Nicholson (1753-1815) e Anthony Carlisle (1768-1840) constroem uma pilha e realizam a eletrólise da água. As pesquisas seguintes procuraram aperfeiçoar e conhecer as causas dos fenômenos observados (por exemplo, mostrar que a causa da corrente era a reação química que ocorria entre os materiais da pilha) etc.

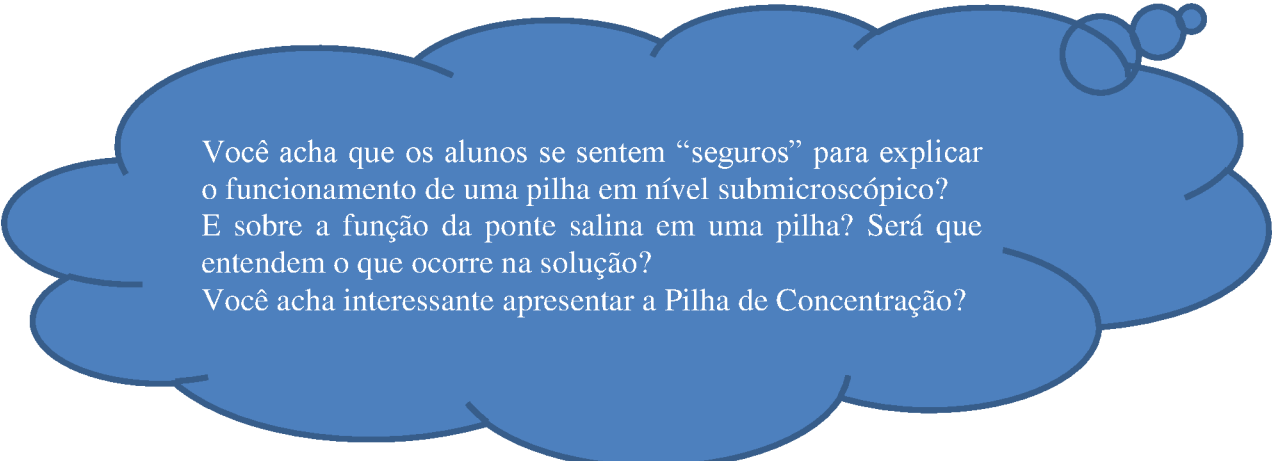
Com a pilha, foi possível decompor substâncias, depositar metais, até mesmo de novos elementos, estudar o comportamento da corrente elétrica e seus efeitos, inclusive magnéticos etc. Foi graças às pilhas que se tornou possível o conhecimento do Eletromagnetismo e da tecnologia correspondente.

Tópico 6: Processos eletroquímicos

Extraído e adaptado Krüger, Lopes, Soares (1997); Bocchi, Ferracin, Biaggio (2000); Sartori, Batista, Fatibello-Filho (2008); Mortimer e Machado (2016); Fonseca (2016); Castellan (1986); Atkins de Paula (2008); Mahan e Myers (1995).

Nos capítulos anteriores foram realizadas algumas discussões em relação à ideia de átomo, representação em nível submicroscópico, determinação do ΔG e reações de oxirredução em diferentes contextos. Para finalizar esse material de apoio será discutida a cela galvânica e eletrolítica, com maior ênfase na galvânica.

Como de costume, vamos iniciar esse capítulo com algumas questões para reflexão.



Você acha que os alunos se sentem “seguros” para explicar o funcionamento de uma pilha em nível submicroscópico? E sobre a função da ponte salina em uma pilha? Será que entendem o que ocorre na solução? Você acha interessante apresentar a Pilha de Concentração?

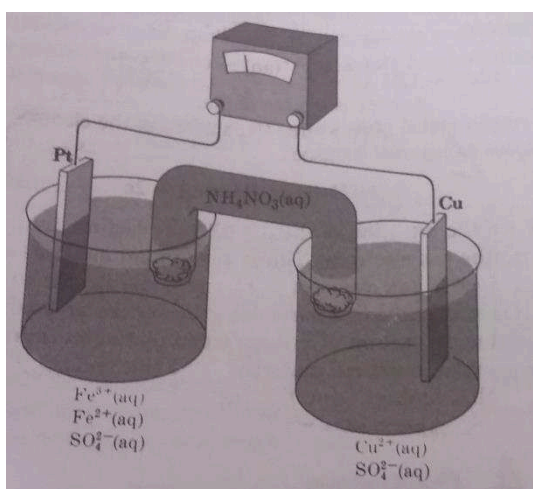
Quando uma reação química ocorre de modo espontâneo, há uma diminuição líquida na energia de Gibbs do sistema. Na maioria dos casos, essa variação se manifesta sob a forma de calor (liberado ou absorvido). Essa energia pode resultar na forma de trabalho, como na expansão de gases ou, o trabalho de deslocamento de uma carga elétrica submetida a uma diferença de potencial elétrico, típica de reações de oxirredução.

Uma célula eletroquímica é constituída de dois eletrodos, o ânodo e o cátodo, mergulhados em uma solução aquosa ou solvente contendo íons, conhecida como eletrólito. O eletrólito pode ser líquido, sólido ou pastoso, mas deve ser sempre, um condutor iônico. Quando os eletrodos são conectados a um aparelho elétrico uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos (ânodo ou eletrodo negativo) oxida-se espontaneamente liberando elétrons, enquanto o material do outro eletrodo (cátodo ou eletrodo positivo) reduz-se usando esses elétrons.

Existem alguns tipos de eletrodos comumente utilizados nas celas. Frequentemente, são eletrodos ativos, ou seja, o material do eletrodo pode se dissolver ou se formar durante a operação da mesma. Como exemplo, os eletrodos de placa de zinco e de cobre, os quais são respectivamente, consumidos e formados.

Também são comuns os eletrodos inertes que se mantem inalterados pelas reações na célula.

Figura 13: Uma cela galvânica. A semicela da esquerda usa placa de platina como um eletrodo sensor inerte.



Fonte: Mahan e Myers (1995, p. 174).

Na figura 13, o béquer da esquerda contém uma mistura de íons ferroso e férrico e uma placa de platina, enquanto o béquer da direita contém um eletrodo de cobre em contato com uma solução de Cu^{2+} . Quando o circuito for fechado e a célula entrar em operação o cobre metálico será oxidado e o íon férrico será reduzido. Estes eletrodos devem ser confeccionados com materiais inertes, de modo a não sofrerem reações químicas durante o funcionamento de célula, platina e carbono grafítico são as duas substâncias mais comumente utilizadas.

Como se dá a condução de corrente elétrica?

Extraído e adaptado de Santos e Mól (coords) (2016)

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 (d.d.p.).

Num metal, a condução é simples. O metal constitui um retículo, composto de íons, através do qual os elétrons móveis circulam, formando uma nuvem eletrônica que se move ao acaso, de maneira desordenada. A d.d.p. que se estabelece entre dois pontos do metal orienta esse "caminhar", provocando um fluxo de elétrons por todo o metal. Esse fluxo ordenado é a chamada corrente elétrica.

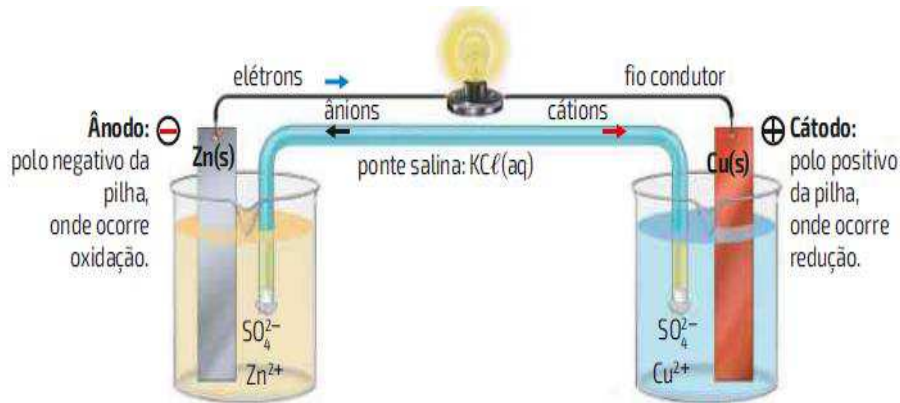
Além dos metais, pode haver corrente elétrica se tiver íons que possam se movimentar. A presença destes íons permite que a solução conduza a corrente elétrica.

Referência: KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A. R. **Eletroquímica para o ensino médio (série propostas para o ensino de química)**. Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

Vamos discutir uma das principais pilhas mencionada na educação básica, a Pilha de Daniell. Antes disso, devemos levar em consideração que ao colocar em contato um metal X, mais reativo, na forma de substância simples (Nox de X = 0), em contato com outro metal Y, menos reativo, na forma de cátion (Nox de Y > 0), constituindo uma substância iônica, vai ocorrer uma transferência espontânea de elétrons do metal X para o cátion do metal Y.

Desse modo, Daniell percebeu que, se fizesse uma interligação entre dois eletrodos desse tipo, feitos de metais diferentes, o metal mais reativo iria transferir seus elétrons para o cátion do metal menos reativo, em vez de transferi-los para os seus próprios cátions em solução. A Pilha de Daniell (Figura 7) consiste em dois béqueres, um dos quais contém uma solução 1mol/L de Cu^{2+} e uma placa de cobre e o outro uma solução de Zn^{2+} e uma placa de zinco metálico. A conexão, entre as duas soluções, é feita através de uma ponte salina, ou seja, um tubo contendo a solução de um eletrólito, geralmente, NH_4NO_3 ou KCl . A difusão das soluções através da ponte salina é minimizada fechando-se as extremidades do tubo U com algo poroso, como um pedaço de algodão.

Figura 14: Representação esquemática para uma pilha de Daniel.

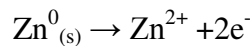


Luis Moura/Arquivo da editora

Fonte: FONSCFA (2016, p. 242).

A figura 14 apresenta o sistema, porém a partir do momento em que o circuito é fechado a placa de zinco começa a se corroer e mais cobre metálico é depositado sobre a placa de cobre, já que o zinco é mais reativo que o cobre, ou seja, tende a perder seus elétrons ao cátion cobre.

Quando o circuito é fechado (Figura 16), começa o processo de oxidação (perda de elétrons) dos átomos de zinco que constituem a placa. Cada átomo superficial de zinco perde 2 elétrons e se transforma em Zn^{2+} .



Os elétrons sobem pela lâmina de zinco e passam para a lâmina de cobre através do fio condutor. Os cátions zinco (Zn^{2+}) formados se dissolvem aumentando a concentração desses íons na solução.

Figura 15: Não há oxidação

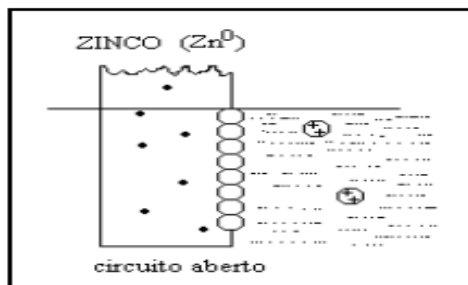
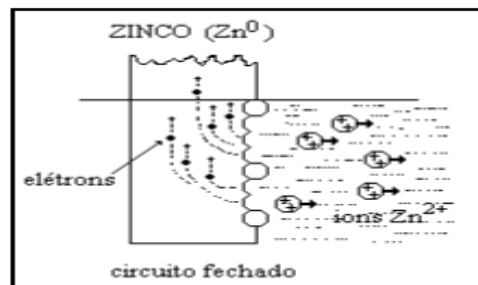


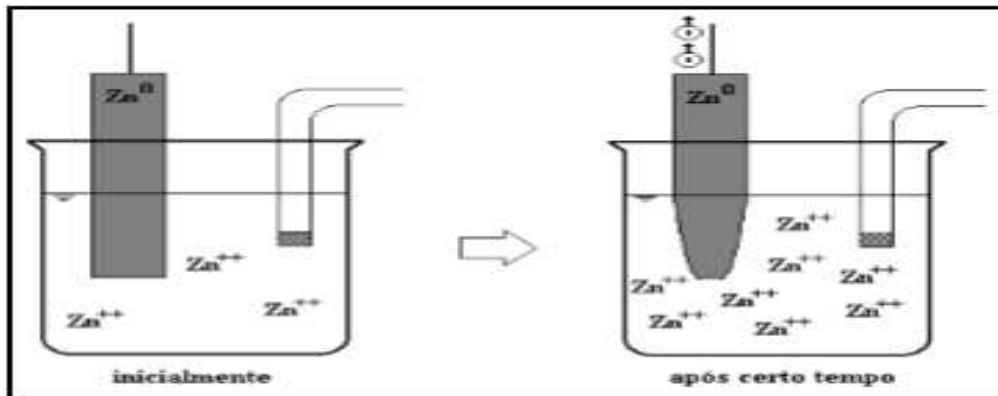
Figura 16: Há oxidação



Fonte: Krüger, Lopes, Soares (1997, p.19).

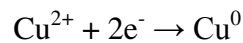
Após certo tempo de funcionamento, o eletrodo de zinco (Figura 17) terá o aspecto abaixo:

Figura 17: Eletrodo de zinco, com o circuito já fechado



Fonte: Krüger, Lopes, Soares (1997, p.20).

No eletrodo de cobre, ocorre o processo de redução (ganho de elétrons). Na placa de cobre, imersa numa solução de Cu^{2+} , estão chegando os elétrons liberados na oxidação do zinco (Figura 18). O que acontece com estes elétrons? Quando estes elétrons chegam até a superfície da lâmina de cobre, cada cátion Cu^{2+} que se aproxima dessa lâmina recebe dois elétrons se transformando em cobre metálico:



Em consequência, o cobre metálico (Cu^0) que se forma, se deposita na lâmina. Após certo tempo de funcionamento, o eletrodo de cobre fica com o aspecto indicado pela Figura 12.

Figura 18: Não há redução

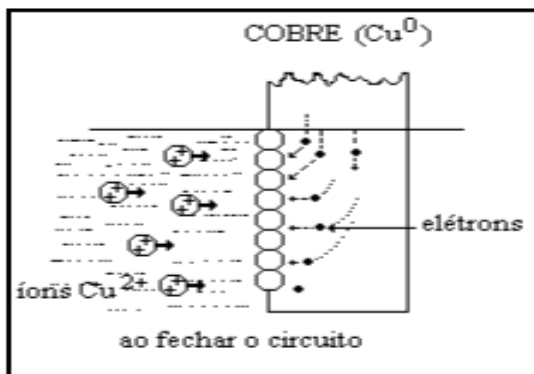
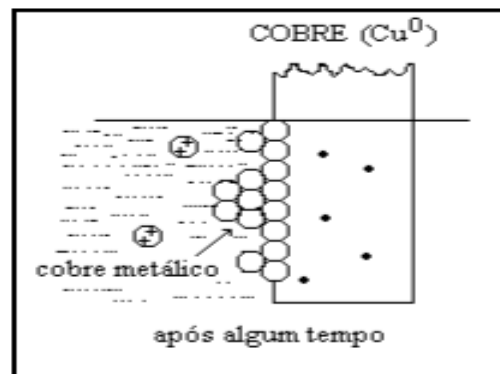


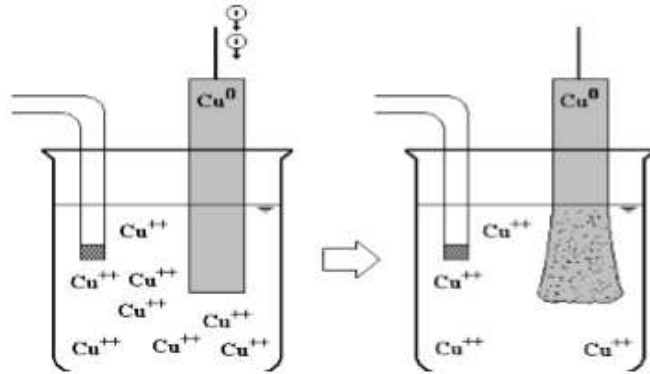
Figura 19: Há redução



Fonte: Krüger, Lopes, Soares (1997, p.21).

No eletrodo do zinco está uma solução de $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$ e no eletrodo do cobre está uma solução de $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$ (Figura 20). Inicialmente, na solução de $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$ o número de íons Zn^{2+} é igual ao número de íons SO_4^{2-} .

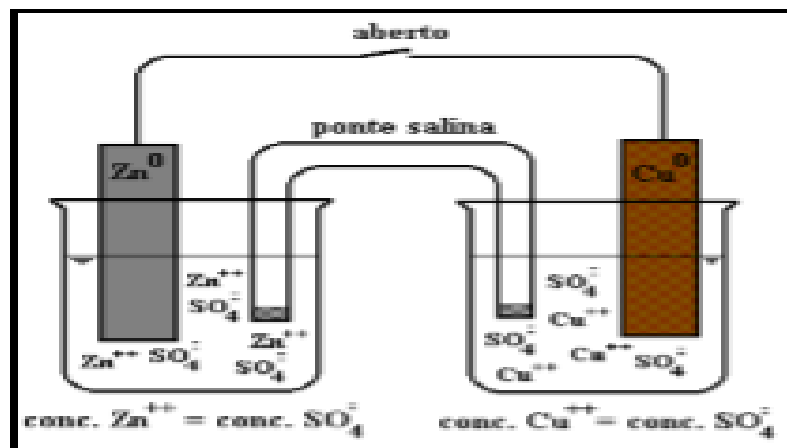
Figura 20: Eletrodo de cobre, com o circuito já fechado.



Fonte: Krüger, Lopes, Soares (1997, p.22).

Analogamente, no lado do cobre, inicialmente, a concentração de Cu^{2+} é igual à concentração de SO_4^{2-} , como se observa na Figura 21.

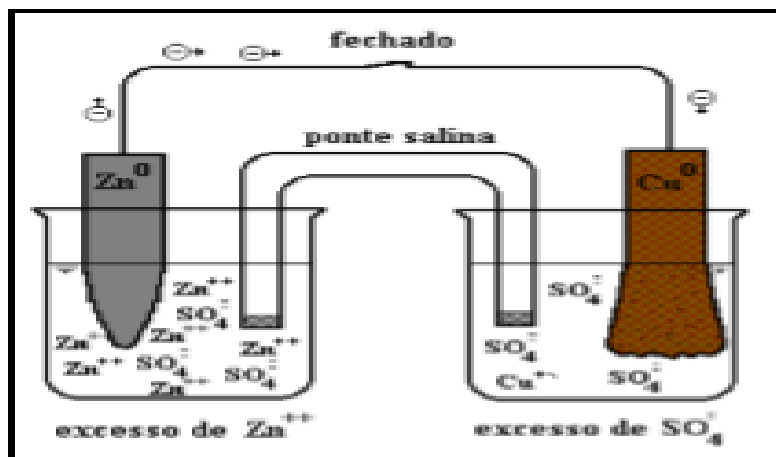
Figura 21: Circuito aberto



Fonte: Krüger, Lopes, Soares (1997, p.22).

Fechando o circuito (Figura 22), após algum tempo, o eletrodo de zinco irá se dissolver provocando aumento da concentração de Zn^{2+} na solução (concentração de SO_4^{2-} constante); por outro lado, no eletrodo de cobre haverá deposição de cobre metálico, diminuindo consideravelmente a concentração de Cu^{2+} na solução (concentração de SO_4^{2-} constante).

Figura 22: Circuito fechado



Fonte: Krüger, Lopes, Soares (1997, p.22).

O fluxo de elétrons pode ser aproveitado para gerar trabalho. Uma parte dos elétrons cedidos pelo zinco percorre os fios condutores, passando pelo filamento de lâmpada (que se acende); chega então à lâmina de cobre, onde capturada pelos íons Cu^{2+} , presentes na solução com que a lâmina está em contato. A movimentação de elétrons pelo circuito é a corrente elétrica. A outra parte dos elétrons cedidos pelo zinco é transferida diretamente para os íons Cu^{2+} , que estão em contatos com a lâmina de zinco. Para evitar o contato direto e, assim, obter maior aproveitamento de corrente elétrica, utiliza-se a ponte salina.

A ponte salina tem a função de permitir a migração de íons de uma solução para outra, de modo que o número de íons positivos e negativos na solução de cada eletrodo permaneça em equilíbrio. Na pilha de zinco e cobre, onde se utiliza KI na ponte salina, os íons Zn^{2+} e K^+ tendem a migrar em direção ao eletrodo de cobre para neutralizar o excesso de cargas negativas (íons SO_4^{2-}). Da mesma forma, os íons SO_4^{2-} e I^- tendem a migrar em direção ao eletrodo de zinco para neutralizar o excesso de íons Zn^{2+} .

Em uma cela galvânica, o eletrodo onde ocorre o processo de oxidação é o polo negativo e a redução ocorre no polo positivo, uma vez que os elétrons carregados negativamente fluem do ânodo para o cátodo, por isso o ânodo é rotulado com um sinal negativo e o cátodo com um sinal positivo. Entretanto, esses rótulos indicam simplesmente qual é o eletrodo o qual os elétrons são liberados para o circuito externo (o ânodo) e recebido no cátodo. As cargas reais nos eletrodos são praticamente zero.

É possível a partir da montagem da pilha determinar sua ddp. Porém, o potencial padrão de cada eletrodo é determinado experimentalmente, geralmente nas condições- padrão (1mol/L e 100 KPa). Os valores são mais frequentemente tabulados a 25 °C, entre o eletrodo

dessas semicelas e o eletrodo padrão de hidrogênio. Assim, se interligarmos a um eletrodo de hidrogênio outro eletrodo de um metal M qualquer, pode-se medir seu potencial. A medida do potencial de um eletrodo é feita por um voltímetro, aparelho que acusa a tensão elétrica ou a diferença de potencial entre dois eletrodos, assim como o sentido da corrente elétrica. Como o eletrodo de hidrogênio tem, por convenção, potencial igual à zero, a diferença de potencial acusada no voltímetro será o próprio potencial do eletrodo do metal M. Quanto menor o potencial-padrão de redução, maior a capacidade que o metal possui em perder elétrons, e vice-versa.

Em uma cela galvânica, o cátodo tem um potencial mais elevado do que o ânodo. As espécies que sofrem redução retiraram elétrons do eletrodo metálico que fica, então, com carga positiva em excesso, deste modo, um potencial elétrico alto. No ânodo, a oxidação é o resultado da transferência de elétrons para o eletrodo, que fica então com excesso de carga negativa, correspondendo a um potencial elétrico baixo.

$$\Delta E^{\circ} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ânodo}} \quad \Delta E^{\circ} = (+0,34V) - (0,64V) \quad \Delta E^{\circ} = +1,1V$$

O somatório das semirreações anódica e catódica resulta na reação global que ocorre no processo, sendo os elétrons cancelados durante esse somatório, o que é indispensável para o balanceamento da equação. O número total de elétrons perdidos por uma espécie deve ser igual ao número total de elétrons recebidos pela outra espécie.

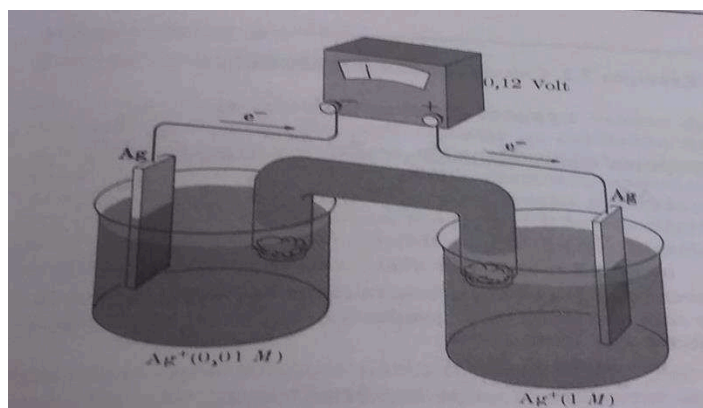


A variação de energia livre numa célula eletroquímica está diretamente relacionada com seu potencial. Ambos são a medida da força eletromotriz da reação em direção ao estado de equilíbrio, e a relação entre eles é muito simples. A diminuição da energia livre que ocorre durante uma reação espontânea, à temperatura e à pressão constantes, é igual ao trabalho elétrico máximo que esta reação pode realizar. O potencial de redução não depende da quantidade de matéria do elemento, ao multiplicar uma reação altera apenas os coeficientes, mas não o ΔE .

Já quando “uma das semicelas consiste de um eletrodo de prata mergulhado numa solução 1mol/L de Ag^{+} , enquanto a outra semicela é constituída pelo mesmo eletrodo de prata, porém mergulhando numa solução 0,01 mol/L de Ag^{+} ”, tem-se uma célula de

concentração. Neste caso, uma simples diferença de concentração pode gerar uma diferença de potencial, embora o potencial padrão da célula seja igual à zero.

Figura 23: Uma célula de concentração de íons prata



Fonte: Mahan e Myers (1995, p. 181).

Neste caso, quando uma solução concentrada é colocada em contato físico com uma solução mais diluída, elas se misturam espontaneamente no sentido de formar uma solução de concentração intermediária e uniforme. O potencial das células de concentração é a medida desta tendência natural das soluções de diferentes concentrações se misturarem ao serem colocadas em contato.

Eletrólise

O inverso de uma célula eletroquímica é a eletrólise, onde o potencial aplicado por uma fonte externa é utilizado para provocar uma transformação química. Estas células são denominadas células eletrolíticas.

É importante destacar que essa discussão se prolonga em relação à questão ambiental e à corrosão. Entretanto, estes tópicos não serão discutidos nesse material. Uma sugestão se refere às leituras de pesquisas relacionadas à corrosão, que se encontra no capítulo 4 (Reações de oxirredução em diferentes contextos) dos autores Souza e colaboradores (2007); Vaz, Assis e Codaro (2011); Merçon, Guimarães e Mainier (2011); Matos, Takata e Banczek (2013); Maia e colaboradores (2015); Wartha e colaboradores (2007) e Sanjuan e colaboradores (2009), bem como a leitura do artigo: Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental, para discutir a questão ambiental e livros didáticos de química aprovados pelo PNLD/2018.

Referências bibliográficas

- ATKINS, P.; PAULA, J. **Físico- Química**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1 e 2.
- BRAATHEN, P. C. Hábito Culpado: Princípio Químico do Bafômetro. **Química Nova na Escola**. 5, p. 3-5, 1997.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, 11(3), p. 3-9, 2000.
- CASTELLAN, G. L. **Fundamentos de Físico-Química**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986. v único.
- CHAGAS, A. P. Os 200 anos da Pilha Elétrica. **Química Nova**, 23(3), p.427-429, 2000.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000300023>
- CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**. 3, p. 3, 1996.
- Entendendo o bafômetro. Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_bafometro.htm>. Acesso em: 20/ 01/2018.
- FERREIRA, G. A. L.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R. Bafômetro um modelo demonstrativo. **Química Nova na Escola**. 5, p. 32-33, 1997.
- FONSECA, M. R. M. Química. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2016, v. 1 e 2.
- FONTANA, M. J.; FÁVERO, A. A. Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática. Revista de Educação do IDEAU, Getúlio Vargas, v. 8, n. 17, 2013, p. 1-14.
- GAUDÊNCIO, J. S.; MATSUSHITA, A. F. Y.; FOLLMANN, L. I.; GARRIDO, L. H. Interpretação dos desenhos de Alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de Oxirredução. III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia. **Anais... III SINECT**. Ponta Grossa, 2012, p. 1-11.
- GEPEQ - **Interações e Transformações**. Química - Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 1999, v. 1 e 2.
- GONZÁLEZ, F. H. D. Fotossíntese. Disponível em:
< <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fotossintese.pdf> > Acesso em Fevereiro de 2018.
- KLUGE, R. A. Fotossíntese. Disponível em:
< [http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/FotossinteseKluge\[1\].pdf](http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/FotossinteseKluge[1].pdf)> Acesso em Fevereiro de 2018.
- KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A.R. **Eletroquímica para o ensino médio (série propostas para o ensino de química)**. Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, 20, (5), p. 563-568, 1997.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000500020>
- MAHAN, B. M. MYERS, R. J. **Química um curso universitário**. 4ª ed. São Paulo: Blucher LTDA, 1995.
- MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**. 35, p. 112-122, 2013.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química. 3^o edição, São Paulo: Scipione, 2016, v.1 e 2.

ROCHA, T. A. S.; MARQUES, N. P.; OLIVEIRA, A. C.; EPOGLOU, A. Elaboração e aplicação de uma sequência didática referente ao conteúdo de Modelo Atômico para alunos do 1^o ano do Ensino Médio. XII Congresso Nacional de Educação. **Anais... XII EDUCERE**. Curitiba, 2015, p. 1-12.

SANGIOGO, F. A. A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de Química da Educação Básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2014. 291f.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords). Química Cidadã. 2^a ed. São Paulo: AJS, 2013, v. 1 e 2.

SARTORI, E. R.; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, O. Escurecimento e limpeza de objetos de prata-um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. **Química Nova na Escola**, 30, p. 61-65, 2008.

SILVA, R. P. O Ensino de ligações químicas por meio do conceito de energia: uma proposta didática para o ensino médio. 2016. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) UFU: Universidade Federal de Uberlândia. 145f.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica. **Química Nova na Escola**, 11, p.35-39, 2000.

7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- ANTUNES, M. T. **Ser Protagonista: Química**. 2ª ed. São Paulo: Edições SM, 2013, v. 2.
- ATKINS, P.; PAULA, J. **Físico- Química**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1 e 2.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, 11(3), p. 3-9, 2000.
- BOFF, E. T. O.; FRISON, M. D. Explorando a existência de Cargas Elétricas na Matéria. **Química Nova na Escola**, 3, p. 11-14, 1996.
- BRAGANÇA, M. H. D. Concepções de egressos da licenciatura em Química sobre eletroquímica. 2013. **Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Química do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia) UFU: Universidade Federal de Uberlândia. 227f.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- _____. **Parecer CNE/CES 1.303 de 4 de dezembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 de dezembro de 2001. Seção 1, p.25.
- BROWN, T. L.; LeMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química - a Ciência Central**, 9a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- BUESO. A.; FURIO, C.; MANS, C. Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeiros resultados. **Enseñana de las Cienciais**. 6 (3), 1998, p. 244-250.
- CHAGAS. A. P. Os 200 anos da Pilha Elétrica. **Química Nova**, 23(3), p.427-429, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000300023>
- CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E. PROTI, P. B. **Química**. 1º ed. São Paulo: Moderna, 2016, v. 2.
- COSTA, T. S., ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, 22, p. 31-34, 2005.
- CARAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica. **Caderno. Brasileiro Ensino de Física**, 28 (1), p. 7-26, 2011.
- CARVALHO, L. C; LUPETTI, K. O.; FATIBELLO-FILHO, O. Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no ensino médio. **Química Nova na Escola**, 22, p. 48-50, 2005.
- EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 9 (3), p.633-659, 2010.

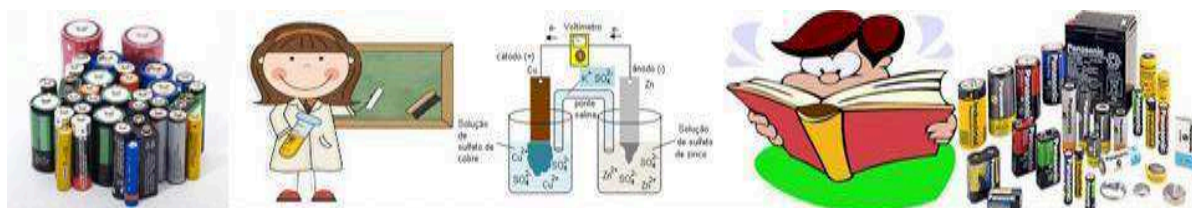
- FARIA, D. L. A.; BERNARDINO, N. D.; SETUBAL, S. R. M.; NOVAIS, V.; CONSTANTINO, V. R. L. Limpando Moedas de Cobre: Um Laboratório Químico na Cozinha de Casa. **Revista Química Nova na Escola**, 38 (1), p. 20-24, 2016.
<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20160004>
- FONSECA, M. R. M. **Química**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2016, v. 1 e 2.
- FONSECA, M. R. M. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v.2.
- FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P.; BUZATTO, M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, 33 (4), p. 216-222, 2011.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E.; DOCHI, R. S. Um experimento simples envolvendo oxido-redução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia. **Química Nova na Escola**, 23, p. 49-51, 2006.
- FREIRE, M. S.; SILVA JÚNIOR, C. N.; SILVA, M. G. L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias. **Anais do VIII ENPEC**, Campinas-SP, p. 1-12, 2011.
- GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.2, p. 121-142, 1992.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660290204>
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. **Química Nova na Escola**, 35 (1), p. 19-26, 2013.
- GOES, L. F.; FERNANDEZ, C.; AGOSTINHO, S. M. L. Concepções e dificuldades de um grupo de professores de química sobre conceitos fundamentais de Eletroquímica. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais do XVIII ENEQ**, Florianópolis - SC, p. 1-12, 2016.
- HIOKA, N.; MAIONCHI, F.; RUBIO, D. A. R.; GOTO, P. A.; FERREIRA, O. P. Experimentos sobre pilhas e a composição dos solos. **Química Nova na Escola**, 8, p. 36-38, 1998.
- HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O.; MENEZES, A. J.; YONEHARA, F. S.; BERGAMASKI, K.; PEREIRA, R. V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, 11, p.40-44, 2000.
- LIMA, V. A. Atividades experimentais no Ensino Médio – Reflexão de um grupo de Professores a partir do tema Eletroquímica. 2004. **Dissertação**. (Pós-Graduação em Ensino e Ciências) USP: Universidade de São Paulo. 197f.
- MAHAN, B. M. MYERS, R. J. **Química um curso universitário**. 4ª ed. São Paulo: Blucher LTDA, 1995.
- MAIA, D. J.; SEGRE, N.; SCATIGNO, A. C.; STELLA, M. B. Experimento sobre a Influência do pH na Corrosão do Ferro. **Química Nova na Escola**, 37(1), p. 71-75, 2015.
<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150010>
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo : Atlas 2003.

- MARCONATO, J. C.; BIDÓIA, E. D. Potencial de Eletrodo: uma medida arbitrária e relativa. **Química Nova na Escola**, 17, p. 46-49, 2003.
- MATOS, L. A. C.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. P. A Gota Salina de Evans: Um Experimento Investigativo, Construtivo e Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, 35(4), p. 237-242, 2013.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. **Química Nova na Escola**, 33(1), p. 57-60, 2011.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Química: proposta curricular**. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, 22(37), 1999.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 2ª edição, São Paulo: Scipione, 2013, v. 2.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 3ª edição, São Paulo: Scipione, 2016, v.2.
- NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. L. **Vivá: Química**. 1ª ed. Curitiba: Positivo, 2016.
- OBOMANU, B. J.; ONUOHA, C. O. Students Conceptual Difficulties in Electrochemistry in Senior Secondary Schools. **Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies**, 3 (1), p. 99-102, 2012.
- OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O Lixo eletroeletrônico: Uma abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, 32 (4), p. 240-248, 2010.
- PALMA, M. H. C.; TIERA, V. A. O. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, 18, p. 52-54, 2003.
- PAZ, G. L.; PACHECO, H. F. COSTA NETO, C. O.; CARVALHO, R. C. P. S. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. In: XII Simpósio de Produção Científica e XI Seminário de Iniciação Científica. **Anais do PIBIC, UESPI**, Teresina- PI, p. 1-14, 2008.
- PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006, v. 2.
- PINHEIRO, P. C. Aumentando o interesse do alunado pela química escolar e implantação da nova proposta curricular mineira: desenvolvimento e resultados de projeto seminal realizado no PIBID-UFSJ. **Química Nova na escola**, 34(4), p. 173-183, 2012.
- POSADA, J. M. Conceptions of High School Students Concerning the Internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution. **Inc. Sci Ed**, John Wiley & Sons, 81, p. 445–467, 1997.
- [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<445::AID-SCE5>3.3.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<445::AID-SCE5>3.3.CO;2-V)
- RAMIN, L. Z; LORENZETTI, L. A experimentação no ensino de química como uma ferramenta para a inclusão social. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química **Anais do XVIII ENEQ**, Florianópolis, 2016, p. 1-12.
- ROCHA, T. A. S. Análise documental do conteúdo de eletroquímica e eletrólise no ensino médio e superior. (2013). **Monografia**. (Graduação em Química) Ituiutaba: Universidade Federal de Uberlândia. 88f.

- ROCHA, T.A.S.; TEIXEIRA JÚNIOR, J.G. Identificando as dificuldades de Bolsistas PIBID sobre o conteúdo de Eletroquímica em sua formação inicial. In: IV Encontro Mineiro Sobre Investigação na Escola. **Anais do IV EMIE**, Ituiutaba- MG, p. 1-7, 2013.
- ROSENTHAL, D. P.; SANGER, M. J. Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation–reduction reaction. **Chemistry Education Research and Practice**, 13, p. 471–483, 2012. <https://doi.org/10.1039/C2RP20048A>
- SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J. Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic, and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, 34 (4), p. 377-398, 1997
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199704\)34:4<377::AID-TEA7>3.3.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199704)34:4<377::AID-TEA7>3.3.CO;2-E)
- SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A. S.; WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, 31(3), p.190-197, 2009.
- SANTOS, I. G. S. A Flexquest como estratégia didática no ensino de Eletroquímica. 2012. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco. 138f.
- SANTOS, M. C. S. Aprender eletroquímica... Ensinar eletroquímica: Identificando as dificuldades conceituais de futuros professores de química. 2016. **Monografia de Conclusão de Curso** (Curso de Graduação em Licenciatura em Química) FACIP/UFU: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia. 49f.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (org). **Química Cidadã**. 2ª ed. São Paulo: AJS, 2013, v. 2.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (org). **Química Cidadã**. 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016, v. 2.
- SARTORI, E. R.; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, O. Escurecimento e limpeza de objetos de prata – um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. **Química Nova na Escola**, 30, p. 61-65, 2008.
- SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B.; TRENCH, A. B.; FATIBELLO-FILHO, O. Construção de uma célula eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a partir de materiais de baixo custo. **Química Nova na Escola**, 35(2), p. 107-111, 2003.
- SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de química. **Química Nova na Escola**, 16, p. 15-19, 2002.
- SILVA, A. M. S. O ensino de eletroquímica através de uma atividade lúdica (2012). **Monografia**. (Curso de Licenciatura em Química) UENF: Universidade do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 57f.
- SILVA, M. R.; BARBOZA, L. M. V. Formação Continuada dos professores de Química: dilemas e desafios. In: Márcia Maria da Silva, Maria Regina Bach, Paula Rodakiewski. (Org.). **Cadernos PDE - O PROFESSOR PDE E OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE**. Ied. Curitiba: SEED-PR, 2007, v. I, p. 24-49.
- SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; ALMEIDA, M. G. O.; AQUINO, K. A. S. Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, 38(3), p. 237-243, 2016.
- SILVA, V. G. A importância da experimentação no ensino de Química e Ciências (2016). **Monografia**. (Graduação em Química) Bauru: Universidade Estadual Paulista. 42f.

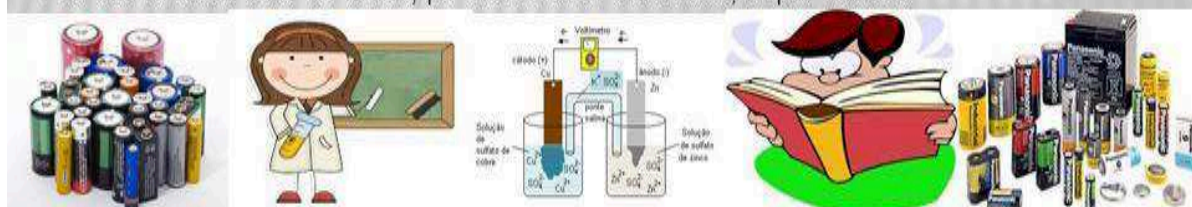
- SOUZA, E. T.; SOUZA, C. A.; MAINIER, F. B.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corrosão de metais por produtos de limpeza. **Química Nova na Escola**, 26, p. 44-46, 2007.
- TEXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. Investigando a temática sobre condutividade elétrica na formação inicial docente. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñana de las Ciências. **Anais do VIII ENPEC**, Campinas-SP, p. 1-10, 2011.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez; 1986.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica. **Química Nova na Escola**, 11, p.35-39, 2000.
- VAZ, E. L. S.; ASSIS, A.; CODARO, E. N. Análise experimental da resistência à corrosão e da velocidade de corrosão: uma proposta pedagógica. **Química Nova na Escola**, 33 (1) p. 61-64, 2011.
- VELLECA, R. F.; IGNE, M. C. I.; LATTARI JÚNIOR, J. C.; CAMPANERUT, F. Z.; HADDAD, E. B.; ALARIO, A. F. Investigando as Concepções Alternativas dos estudantes sobre Eletroquímica. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais...** Bauru. p.1-11. 2005.
- WARTHA, E. J.; REIS, M. S.; SILVEIRA M. P.; GUZZI FILHO, N. J.; JESSUS, R. M. Maresia no ensino de química. **Química Nova na Escola**, 26, p. 17-20, 2007.

APÊNDICE 1 - Convite postado na rede social (Facebook) sobre o curso “Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica”.



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

- ✓Objetivo: Relatar os resultados de uma sequência didática aplicada para alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Triângulo Mineiro, a fim de melhorá-la. Além de discutir conceitos fundamentais de Eletroquímica;
- ✓Ministrante: Tatiane Rocha com orientação da professora Alexandra Epoglou;
- ✓Público alvo: Alunos do curso de Licenciatura em Química que já cursaram ou estejam cursando a disciplina de “Físico - Química de Soluções e Eletroquímica ,” ou disciplina equivalente (que aborde o conteúdo de Eletroquímica);
- ✓Duração: o curso tem duração de 40 horas, sendo 18 horas presenciais e 22 horas de atividades extraclasse;
- ✓O curso é gratuito e será emitido certificado;
- ✓Encontros: Serão realizados 6 (seis) encontros, uma vez por semana, com duração de 3 horas cada.
- ✓Horário: 19:00 às 22:00 hs na segunda -feira ;
- ✓Início: 11/04/2016;
- ✓Local: Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Ciências Integradas do PONTAL / FACIP- UFU;
- ✓Inscrições: através do e-mail cursoeletroquimica2016@outlook.com, até dia 07/04/2016;
- ✓Em caso de dúvida entrar em contato, por meio do e-mail citado acima, ou pelo facebook.



APÊNDICE 2 - Atividade 1.1 extraclasse do curso

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Atividade 1.1

1- O conteúdo de Eletroquímica é um assunto muito importante para a compreensão dos diferentes aspectos que permeiam a sociedade, como por exemplo: Como ocorre o funcionamento de uma pilha? Quais os tipos de pilhas e baterias que utilizamos? Como evitar a corrosão dos metais, entre outros. Além disso, este conteúdo é contemplado nos documentos oficiais, ou seja, nas OCN - Orientações Curriculares para o Ensino Médio; nos PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e nos CBC - Conteúdos Básicos Comuns. Geralmente, o conteúdo de Eletroquímica vem sendo abordado nas aulas de Química da Educação Básica, nas turmas de 2º ou 3º ano do Ensino Médio. Sabendo da importância deste conteúdo e você, como futuro docente de Química, aponte que tópicos deveriam ser abordados ao ministrar este conteúdo?

APÊNDICE 3 - Termo de consentimento livre e esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA- MESTRADO PROFISSIONAL



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa de mestrado em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelas pesquisadoras Tatiane Aparecida Silva Rocha e Profa. Dra. Alexandra Epoglou, como parte da pesquisa, intitulada **“REPENSANDO O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO: REFLETINDO SOBRE POSSÍVEIS INTERVENÇÕES”**, para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Ciências. Nesta pesquisa, nós propomos elaborar uma sequência didática para o conteúdo de Eletroquímica no Ensino Médio, a fim de facilitar o processo de ensino aprendizagem.

É importante destacar que você participará de um curso, com duração de 40 h, onde os encontros serão gravados e algumas atividades serão realizadas. Os áudios obtidos serão transcritos e as gravações apagadas. Assim, aos participantes será assegurado: (i) o seu anonimato; (ii) a possibilidade de desistir da participação da pesquisa, a qualquer momento, podendo solicitar que suas informações sejam desconsideradas no estudo, sem nenhum constrangimento; (iii) a liberdade de acesso aos resultados da pesquisa; (iv) a garantia de que as informações registradas serão utilizadas apenas para a elaboração de publicações no âmbito acadêmico e ainda assim sua identidade será preservada.

Vale ressaltar que você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar da pesquisa. Os benefícios de sua participação consistem em realizar uma discussão conceitual sobre o tema Eletroquímica, o conhecimento de novas metodologias, bem como auxiliar na elaboração de uma sequência didática sobre o tema. Já o risco envolvido na pesquisa consiste em identificar os participantes. Porém, para minimizá-lo, nenhum nome real ou características pessoais que possam servir para identificação serão citados durante a elaboração do texto nem em possíveis trabalhos derivados dessa pesquisa. Dessa forma, solicitamos sua anuência, assinando esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Uma via original deste ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Tatiane Aparecida Silva Rocha, mestranda do programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, e-mail: tatiane.rochasilva@hotmail.com ou Prof.^a Dra. Alexandra Epoglou, Rua 20, nº 1600 - Bairro Tupã – Ituiutaba/MG - CEP 38304-402; e-mail: epoglou@gmail.com. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica, Uberlândia/MG; telefone: (34) 32394131.

Desde já agradeço sua colaboração.

Ituiutaba-MG, _____ de _____ de 2016.

Professora Orientadora

Mestranda e Pesquisadora

Frente ao acima exposto, considerando-me devidamente esclarecido sobre a pesquisa, autorizo a equipe de pesquisadores a utilizar, divulgar e publicar, para fins científicos e culturais, o depoimento, no todo ou em parte, editado ou não, nos termos acima firmados, ciente de que em nenhum momento será citado o nome do participante, bem como, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações ou modificar a minha decisão, caso assim o desejar.

Participante da pesquisa

APÊNDICE 4 - Conhecendo o perfil dos sujeitos participantes da pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Informações Complementares

1- Em que ano você ingressou no curso de licenciatura em Química?

2- Qual período do curso você está cursando?

3- Você já cursou a disciplina de Físico-Química de Soluções e Eletroquímica, em que ano e período a mesma foi cursada?

4- Durante o Ensino Médio você estudou o conteúdo de Eletroquímica? Se sim, e caso você se lembre, como o docente abordou este conteúdo?

5- Durante a graduação você já presenciou o professor de Química da Educação Básica ministrando o conteúdo de Eletroquímica? Se sim, como foi? Os alunos apresentaram dificuldades em entender este conteúdo?

6- Você apresenta dificuldade em entender este conteúdo?

7- Você se sente seguro para ministrar este conteúdo na Educação Básica?

8- Ao exercer a carreira docente você pretende ministrar este conteúdo? Por quê?

9- Algum conceito de eletroquímica você considera importante para ser enfatizado neste curso?

10- O que você espera deste curso?

APÊNDICE 5 - Plano do curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica: 1º encontro

Dados de Identificação

Local: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)

Ministrante: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Data: 11/04/2016

Duração: 3 horas

Objetivo

Iniciar as discussões baseadas nos resultados alcançados na aplicação da Sequência Didática Piloto “SDP”, para três turmas de 2º ano do Ensino Médio.

Desenvolvimento

Inicialmente será realizado um agradecimento pela mestrandia aos participantes, já que os mesmos aceitaram participar do curso. Em seguida, será entregue a atividade 1.2, a qual é uma continuação da 1.1 (atividade extraclasse, enviada por e-mail/ Apêndice 2). As duas atividades serão recolhidas, já que fazem parte dos instrumentos usados para coleta de dados da pesquisa. A 1.1 se refere aos tópicos que os cursistas consideram que sejam importantes de serem lecionados na Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica, já a atividade 1.2 é a organização de alguns tópicos do conteúdo de Eletroquímica em ordem de prioridade, esta última atividade consta nesse plano.

Posteriormente a mestrandia, vai fazer uma breve apresentação em relação a sua formação e atuação profissional, ou seja, que possui Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Uberlândia, e que atualmente é professora de Química da Educação Básica em uma instituição de ensino da rede estadual, onde leciona para turmas de 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. E que em 2015, ingressou no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática- Mestrado Profissional, tendo como tema de pesquisa o conteúdo de Eletroquímica.

Em seguida será apresentada a “SDP” elaborada sobre este conteúdo, e os resultados alcançados por meio da aplicação da mesma, pois, no final de cada tópico da sequência, havia uma atividade a ser respondida pelos alunos do ensino médio participantes dessa etapa da pesquisa.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA- MESTRADO PROFISSIONAL



REPENSANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA

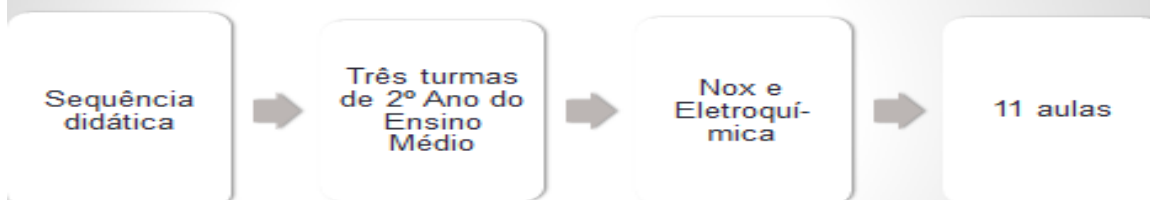
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



CURSO

Este curso tem como objetivo relatar os resultados de uma sequência didática aplicada para três turmas de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Triângulo Mineiro, afim de melhorá-la. Além de discutir conceitos fundamentais de Eletroquímica.

METODOLOGIA



Aulas ministradas foram gravadas e no final de cada tópico havia uma atividade de avaliação.

Outubro	
20	Introdução à eletroquímica
23	Introdução à eletroquímica
26	Número de Oxidação
27	Número de Oxidação e regras de Nox
30	Número de Oxidação e regras de Nox
Novembro	
03	Exercícios de Nox
06	Reatividade dos metais
09	Reatividade dos metais
10	Reatividade dos metais
30	Pilha de Daniell
Dezembro	
04	Pilha de Daniell

DESCRIÇÃO DAS AULAS E OS RESULTADOS

Conversa Pessoal

Ano VII - Número 74 - Janeiro - 2007

Portal do Servidor

Nutrição

Colaboração: Jussara Dutra Láz

Os alimentos podem ajudar a retardar o envelhecimento?

O envelhecimento é um processo normal que acontece com todo mundo. Mas para alguns, este processo acontece mais lentamente. Por que será? Alguns estudos

Vitamina C na prevenção do envelhecimento

A vitamina C é um antioxidante aliado na prevenção do envelhecimento, com capacidade de auxiliar a combater os radicais livres. Este nutriente pode ser administrado de maneira tóxica, na forma de cremas, ou o contêm em seus

➤ Palavras destacadas:

Assiduamente; Antioxidantes; Radicais livres; Hortaliças; Oxidação; Redutor; Cutâneo; Ácido ascórbico; Beta caroteno e Ligação covalente.

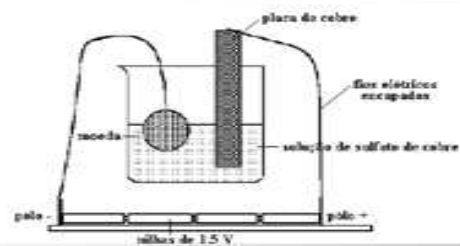
➤ Palavras: Oxidação e redução.

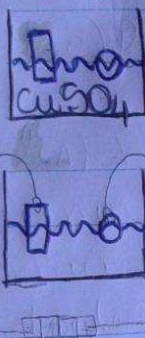


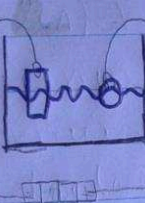
1º Atividade

Experiência: Galvanização – cobreação

Objetivo: Efetuar o recobrimento de um objeto com cobre.




 Colocaram uma placa de cobre e uma moeda na água com CuSO_4 (Sulfato de cobre)


 Após com fios ^{mgalho} ligaram a moeda em um fio e a placa em outro ligado com as pilhas. Após alguns segundos a placa ficou mais escura e a moeda também.

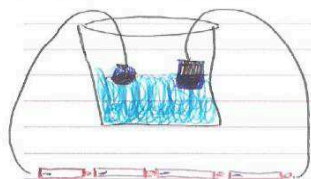
Depois mudaram as pilhas e só a placa ficou mais escura.

1º Procedimento → foi colocado em um recipiente uma solução de sulfato de cobre, depois colocamos uma moeda e uma placa de cobre



* Mas eles apenas ficaram molhados.

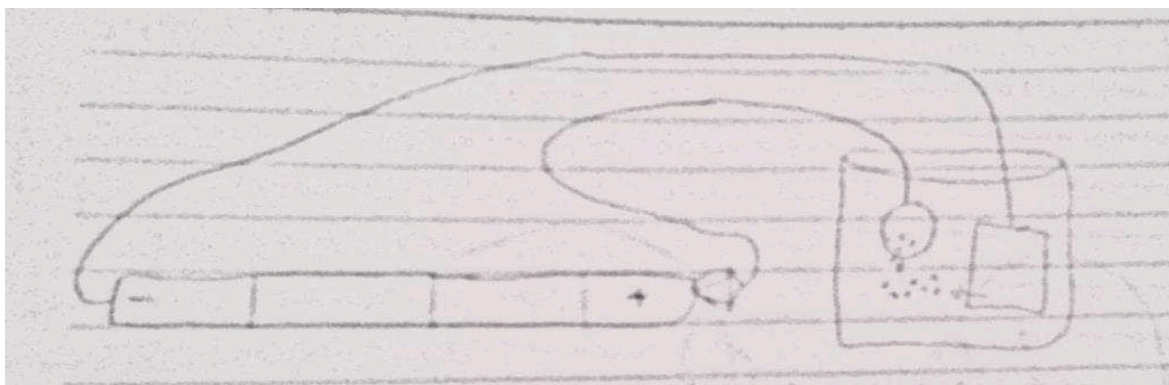
2º Procedimento → eles foi ligados a 4 pilhas por um cabo banana porane



* A moeda foi ligada a carga \ominus e a placa ao polo \oplus , pode se observar que ambos mudaram a cor, foi como se a cor de um passasse pelo outro

3º Procedimento → foi tirado os polos a moeda foi ligada ao \oplus e a placa positiva.

* Pode se observar que na moeda ela liberou algum gases e a placa mudou um pouco a cor.



Este aluno explica: “Os elétrons saem da placa de cobre e vão para a solução de água e sulfato de cobre e conseqüentemente para a moeda, isso só é possível porque o sulfato de cobre faz o intercâmbio entre a moeda e a placa”.

2° A

Categoria	Quantidade
Mudança de cor devido a oxidação	6
Mudança de cor	7

2° B

Categoria	Quantidade
Transferência de elétrons devido ao sulfato de cobre	1
Transferência de elétrons ocasionando a mudança de coloração	6
Descreveram o procedimento e evidenciaram a mudança de cor	8
Descreveram o procedimento	3

2° C

Categoria	Quantidade
Descreveram o procedimento e evidenciaram a mudança de cor	1
Descreveram o procedimento e explicaram a mudança de cor	6

**Discussão da
experiência realizada;**

Conceitos

Atividade 2

Experiência: Vitamina C como agente Redutor- Interação com o Permanganato de Potássio

Objetivo: Verificar a Redução do Permanganato de Potássio

Solução

Solução
+
Gotas de limão

Solução+
Comprimido de vitamina
C

No entanto, a experiência: Vitamina C como agente redutor- interação com o permanganato de potássio será realizada com os participantes do curso, antes de apresentar os resultados alcançados com a aplicação da mesma para os alunos do 2º ano do Ensino Médio (roteiro contido no plano do curso). Após a execução da experiência, os participantes deverão responder as questões sobre a atividade experimental e socializar com os demais a sua opinião.



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **QUÍMICA**. 1º ED. SÃO PAULO: SCIPIONE, 2012, V. 1(COLEÇÃO PROJETO VOAZ).

FELTRE, R. **QUÍMICA**. V.2 E, 6ª ED. SÃO PAULO: MODERNA, 2004.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **QUÍMICA NA ABORDAGEM DO COTIDIANO**. V.4ª ED. SÃO PAULO: MODERNA, 2006.

GEPEQ - **INTRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÕES. QUÍMICA - ENSINO MÉDIO. VOL. 2. ED. EDUSP, 1999. GUIA DO PROFESSOR.**

Após essa atividade, será entregue aos participantes dois questionários, o primeiro é em relação a Informações Complementares e outro sobre a avaliação do primeiro encontro.

E para finalizar o primeiro encontro será proposta uma atividade complementar aos cursistas, onde os mesmos devem pensar em uma experiência ou outra atividade a fim de substituir a experiência: Vitamina C como agente redutor- interação com o permanganato de potássio.

Avaliação

Por meio das atividades propostas no decorrer do curso.

Recursos didáticos

Data- show, computador, material xerografado e materiais para a realização da experiência (Permanganato de potássio; limão; comprimido de vitamina C, copo descartável de 100 mL e faca).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Atividade 1.2

1- Segue abaixo quinze tópicos referentes ao conteúdo de Eletroquímica/Eletrólise, liste os mesmos em ordem de prioridade.

Ordem	Tópicos
	Comparar os processos envolvendo a formação de pilha (reação espontânea) e eletrólise (reação não espontânea).
	Reconhecer a nomenclatura de eletrodos e a representação da pilha.
	Número de oxidação de compostos iônicos e covalentes.
	Calcular a voltagem da pilha e interpretar a ddp.
	Aplicações de eletrólise.
	Conceituar potencial padrão de redução e Interpretar a medida da força oxidante e redutora.
	Agente oxidante e redutor.
	Interpretar a montagem de uma pilha e analisar as semi-reações e a reação global.
	Analisar as semi-reações e reação global da eletrólise.
	Conceitos oxidação e redução.
	Representação de pilhas.
	Conceituar eletrólise ígnea e em solução aquosa.
	Questão ambiental.
	Balanceamento de reações de oxi-redução.
	Interpretar os nomes e sinais dos eletrodos.

2- Dos tópicos listados acima tem algum que você considera que não precisa ser abordado ao ministrar o conteúdo? Justifique.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Experiência:

Vitamina C como agente redutor- interação com o permanganato de potássio

Objetivo:

Verificar a ação da vitamina C, como agente redutor e a variação do Nox do manganês (Mn) no permanganato de potássio.

Material

- Permanganato de potássio
- Limão
- Comprimido de vitamina C
- Três copos de 100 mL
- Uma faca

Procedimento

Preparem 200 mL (cerca de um copo) de solução de permanganato de potássio bastante diluída. Para isso, utilizem alguns grãos desse sal ou 1/6 de um comprimido. Dividam a solução em três copos (numerem- nos de 1 a 3) para que deles contenha a solução original para ser usada como uma referência de cor (copo 1). Anote suas observações.

Lentamente, acrescente gotas de suco de limão ao béquer 2 e anotem suas observações. Agora acrescentem meio comprimido de vitamina C ao copo 3. Anotem suas observações.

Copo 1 (Solução KMnO_4)	Copo 2 (Solução KMnO_4 + Suco de limão)	Copo 3 (Solução KMnO_4 + Vitamina C)

Responda:

1- Na experiência realizada, a vitamina C promoveu o descoloramento da solução de permanganato de potássio (KMnO_4). Neste caso, a vitamina C foi oxidada e o átomo de manganês do KMnO_4 foi reduzido. Na substância KMnO_4 , o nox do átomo de manganês é +7 e na solução incolor obtida ao final da experiência, após a redução, o nox do átomo de manganês é + 2.

a) Identifiquem o nox do Mn na substância KMnO_4 .

b) Quais são as evidências de que durante o experimento o Mn foi reduzido?

c) Na reação entre KMnO_4 e vitamina C, quem é o agente redutor e quem é o agente oxidante? Justifiquem sua resposta.

Referência:

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 2º edição, São Paulo: Scipione, 2013, v.2.

Atividade experimental

1- O que você achou da atividade experimental realizada? Você já “conhecia” a mesma?

2- Em sua opinião os objetivos da atividade experimental foram atingidos? Justifique.

3- Esta atividade pode ser utilizada para trabalhar o conceito de Nox? Bem como a ideia de agente redutor e oxidante? Por quê?

4- Você acha que esta atividade experimental facilita o processo de ensino- aprendizagem? Justifique.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Avaliação – 1º Encontro

1- Considerando as ideias abordadas, alguma delas foi novidade para você? Quais?

2- O que você achou do curso? Alguma sugestão.

APÊNDICE 6 - Plano do curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica: 2º encontro

Dados de Identificação

Local: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)

Ministrante: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Data: 18/04/2016

Duração: 3 horas

Objetivos

Apresentar os resultados alcançados com a aplicação da “SDP”, bem como promover uma discussão sobre o que vem sendo proposto nos documentos oficiais em relação ao conteúdo de Eletroquímica.

Desenvolvimento

Inicialmente será retomada a atividade experimental: Vitamina C como agente redutor- interação com o permanganato de potássio, realizada no primeiro encontro. Neste momento, serão destacadas as principais opiniões dos participantes sobre a mesma. Posteriormente será realizada uma discussão da atividade extraclasse, na qual os participantes deveriam propor uma atividade experimental para substituir a experiência ou melhorá-la.



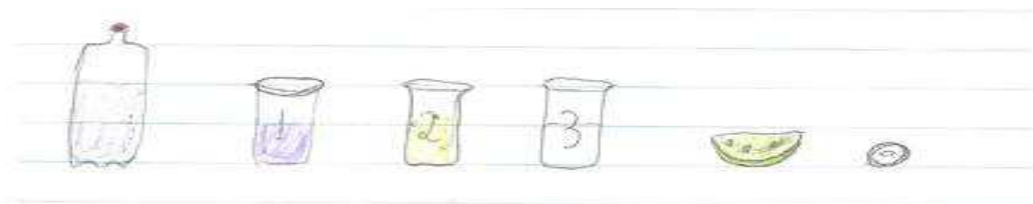
ATIVIDADE 2

1- Com base na atividade experimental realizada no primeiro encontro (Vitamina C como agente redutor- interação com o permanganato de potássio) proponha uma atividade para substituir a mesma ou melhorá-la.

Após esta discussão, serão apresentadas as concepções dos alunos do 2º do Ensino Médio em relação a experiência. Em seguida será finalizada a apresentação da SDP e os resultados obtidos, ao aplica-la.

No copo 2 quando colocamos o suco de limão na solução houve uma oxidação que alterou a cor da mistura.

No copo 3 quando adicionamos o comprimido de vitamina C e conforme fomos diluindo a coloração foi deixando até ficar incolor.



- Solução de permanganato de potássio ($KMnO_4$).
- Limão
- Vitamina C

Mudou o PH, a vitamina C neutralizou, deixou a solução 3 básica, o limão deixou a solução 2 ácida, e a solução 1 ficou neutra.

2° A	Categoria	Quantidade
	Descreveu a experiência, mudança de cor (evidência) e relacionaram com oxidação e redução	3
	Descreveu a experiência, mudança de cor (evidência) e relacionaram com a acidez	2
	Reação com a solução	1
2° B	Categoria	Quantidade
	Mudança de cor (evidência) e relacionaram com redução total e parcial	1
	Mudança de cor (evidência)	2
	Mudança de cor (evidência) e relacionaram com a concentração da vitamina C	1
	Mudança de cor (evidência) e relacionaram com o pH	2
	Relacionaram com oxidação e oxidante	1

2° C

Categoria	Quantidade
Descreveu a experiência e evidenciaram a mudança de coloração	3
Descreveu a experiência, evidenciaram a mudança de coloração e relacionaram com elétrons	2
Descreveu a experiência, evidenciaram a mudança de coloração e relacionaram com o limão (coroe)	1
Relacionaram com o pH e oxidação	2
Relacionaram com pH e reação química	1

Discussão da experiência realizada;

Valência

Conceitos (Nox e Agente redutor e o agente oxidante)

O Mn⁷⁺ (violeta), Mn⁵⁺ (sais verdes), Mn⁴⁺ (sais marrom-escuros) e) Mn²⁺ (sais rosados quase incolores).

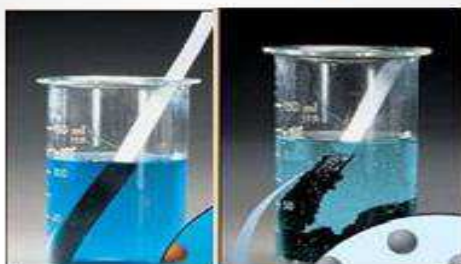
REATIVIDADE DOS METAIS

Questionamento :

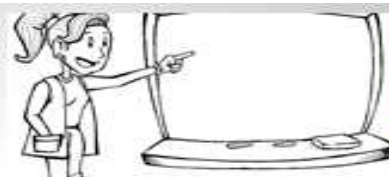
- *Por que o ferro enferruja e o aço não? E o alumínio, não enferruja?*
- *Por que fazemos panelas de alumínio e não de zinco?*



Solução de sulfato de cobre CuSO_4 , e uma lamina de zinco metálico Zn.



Agora uma solução de ZnSO_4 e uma lamina metálica Cu.



- Caráter eletropositivo ou eletronegativo;
- Reatividade;
- Exemplos;
- Exercícios.

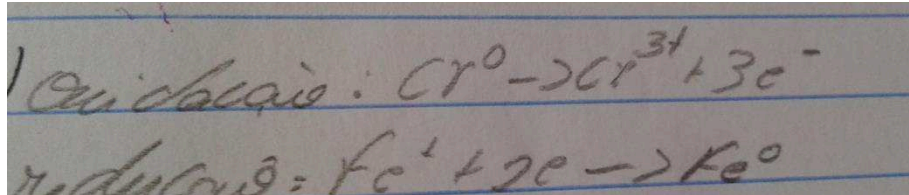
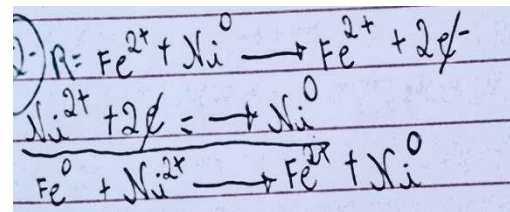
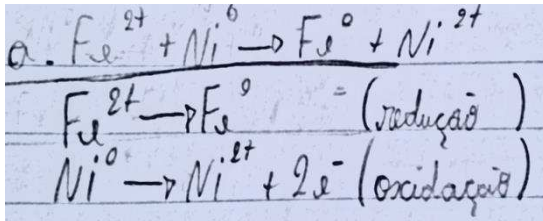
Atividade

1) O que você espera que aconteça quando se mergulha um fio de cobre (Cu) numa solução de Fe³⁺? Por quê?

2) Usando a fila de reatividade, complete abaixo as reações que devem ocorrer.



SÉRIE DE REATIVIDADE DOS METAIS	
K	$\rightarrow K^+ + e^-$
Ba	$\rightarrow Ba^{2+} + 2e^-$
Ca	$\rightarrow Ca^{2+} + 2e^-$
Na	$\rightarrow Na^+ + e^-$
Mg	$\rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$
Al	$\rightarrow Al^{3+} + 3e^-$
Zn	$\rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
Cr	$\rightarrow Cr^{3+} + 3e^-$
Fe	$\rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
Ni	$\rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$
Sn	$\rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$
Pb	$\rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$
H ₂	$\rightarrow 2H^+ + 2e^-$
Cu	$\rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
Ag	$\rightarrow Ag^+ + e^-$
Hg	$\rightarrow Hg^{2+} + 2e^-$
Au	$\rightarrow Au^{3+} + 3e^-$



Resposta dos alunos da Educação Básica, com a aplicação da SDP.

2º A	Questão 1		Questão 2		
			A	B	C
Acertou	9		12	7	5
Errou	4			5	7
Branco	1		1	1	1

2º B	Questão 1		Questão 2		
			A	B	C
Acertou	15		13	12	3
Errou	3			2	10
Branco			5	5	5

2º C	Questão 1		Questão 2		
			A	B	C
Acertou	5		4	4	2
Errou	1		2	2	3
Branco					1

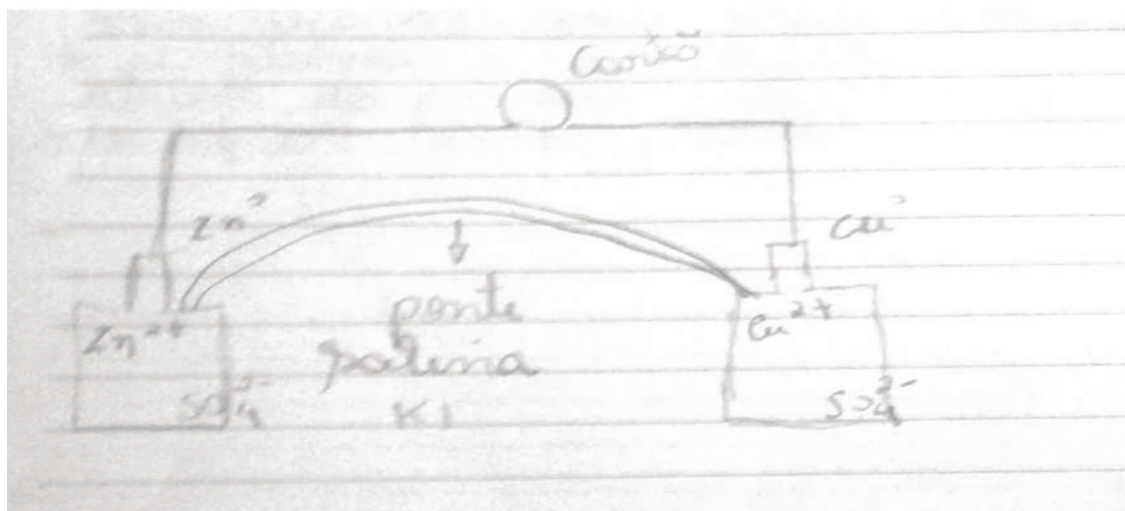
PILHA DE DANIELL

Questionamento:

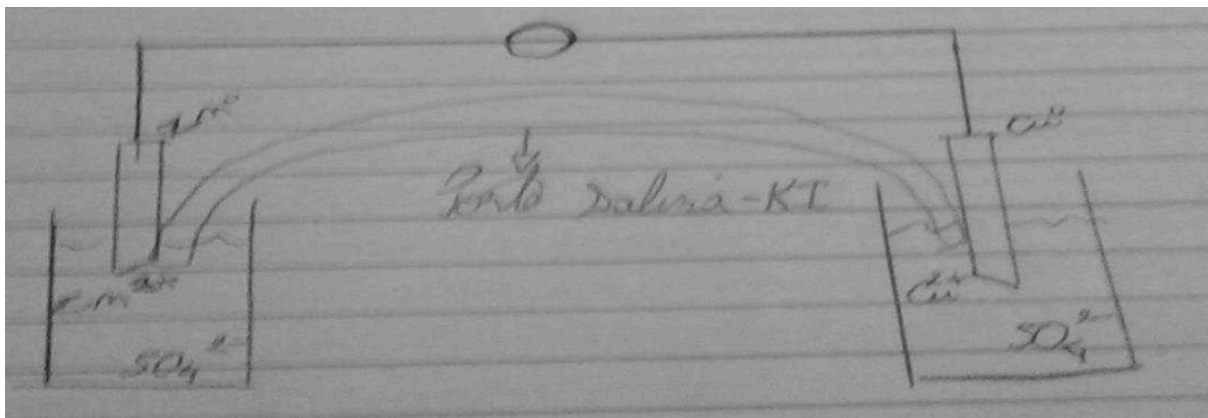
Como ocorre o funcionamento de uma pilha?
Por que se invertemos os polos de uma pilha ela não funciona?



Experimento realizado de forma demonstrativa com os alunos da Educação Básica, através da aplicação da SDP.



“Observamos na experiência que o Zn oxidou e o Cu sofreu redução. A ponte salina transferiu elétrons que fornecem energia, fazendo com que a música toque, quando retirada a música parou de tocar”.



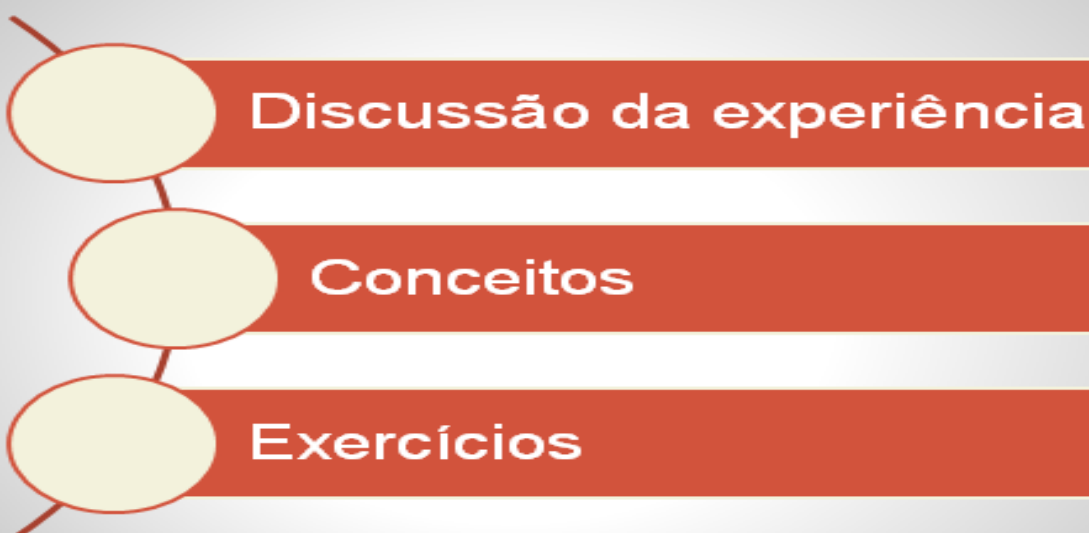
“[...] quando se coloca a ponte entre as duas soluções com suas pontas mergulhadas na solução, começa a tocar a música” e quando se tira essa ponte o som para. Pode ser uma ligação que nas ligações perdem e ganham elétrons, fazendo assim gerar energia para tocar a música, essa experiência se baseia no experimento da primeira pilha que foi criada. E também assimila ao princípio da bateria que temos no celular”.

2º A

Descreveram a experiência ou desenharam	Oxidação e Redução	Função da ponte salina	Quantidade
Desenho	Sim	Sim	1
Descreveu	Sim	_____	1
_____	Sim	_____	1
_____	Sim	Sim	2
Descreveu	Sim	Sim	2
Descreveu	Sim	_____	1
Descreveu	_____	_____	2
Descreveu e desenho	_____	_____	1
Descreveu	_____	_____	1
Descreveu	_____	Sim	1
		Sim	1

2° C

Descreveram a experiência ou desenharam	Oxidação e Redução	Função da ponte salina	Quantidade
Descreveu e desenhou	_____	Sim	1
Desenho	Sim	Sim	3
Descreveu e desenhou	_____	_____	2



CONCLUSÕES

- Dificuldade em ministrar a sequência didática, devido a quantidade de aulas;
- Melhorar a parte de explicação de Nox, ou seja, relacionar a explicação com a Tabela Periódica;
- Repensar a experiência com a Vitamina C;
- Dificuldade dos alunos em identificar agente redutor e agente oxidante;
- Dificuldade em montar a equação global, porém, sabem identificar se reagem ou não (reatividade);

- Possibilitou identificar as concepções dos alunos;
- Não apresentaram dificuldades em identificar cátodo e ânodo. Entretanto apresentam dificuldades em mencionar qual espécie química sofre oxidação e qual espécie sofre redução.
- Algumas atividades foram entregues pelos discentes, porém o mesmo não estariam participando da aula;
- Poucas atividades foram entregues;
- Não foi possível "continuar a abordagem da Galvanização".

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **QUÍMICA**. 1º ED. SÃO PAULO: SCIPIONE, 2012, V. 1(COLEÇÃO PROJETO VOAZ).

FELTRE, R. **QUÍMICA**. V.2 E, 6ª ED. SÃO PAULO: MODERNA, 2004.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **QUÍMICA NA ABORDAGEM DO COTIDIANO**. V.4ª ED. SÃO PAULO: MODERNA, 2006.

GEPEQ - **INTRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÕES. QUÍMICA - ENSINO MÉDIO. VOL. 2. ED. EDUSP, 1999. GUIA DO PROFESSOR.**

Contudo, ao finalizar os resultados da SDP, serão entregues aos participantes partes dos documentos oficiais (PCNEM, PCN+ Ensino Médio, CBC e BNCC) as quais fazem menção ao conteúdo de Eletroquímica. Os participantes deverão realizar a leitura destes documentos para o próximo encontro.

E por fim, cada participante receberá uma avaliação contendo cinco questões sobre o conteúdo de Eletroquímica, a fim de verificar o conhecimento dos participantes sobre o conteúdo. Já que na análise de um dos questionários do encontro anterior, os participantes mencionaram vários conceitos de Eletroquímica, que gostariam que fossem abordados no curso. Porém devido ao tempo serão selecionados os que os participantes apresentarem maior dificuldade.

Avaliação

Por meio, das atividades propostas no decorrer do curso.

Recursos didáticos

Data-show, computador e material xerografado.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou

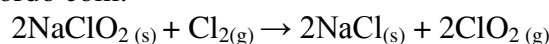


Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Atividade

1- O dióxido de cloro vem substituindo o cloro (Cl₂) em muitas estações de tratamento de água para abastecimento público de países desenvolvidos, pois investigações em laboratório têm mostrado que o Cl₂, na presença de matéria orgânica, pode produzir compostos organoclorados, altamente tóxicos. O dióxido de cloro pode ser obtido pela reação entre clorito de sódio e Cl₂ de acordo com:

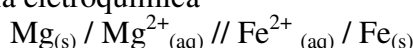


O estado de oxidação do cloro nos compostos NaClO₂, Cl₂, NaCl e ClO₂ é:

2- Para estocar solução de nitrato de níquel II, o dono de uma indústria dispõe de um tanque de ferro, um de chumbo e mais dois: um revestido de estanho, e outro de zinco. Quais tanques podem ser utilizados para a estocagem?

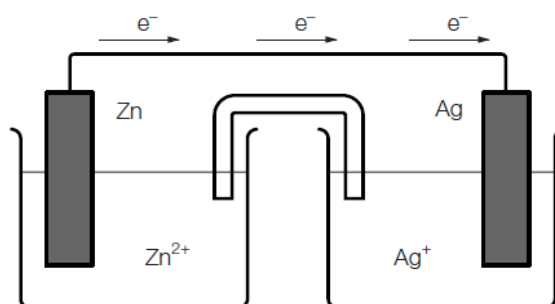
SÉRIE DE REATIVIDADE DOS METAIS			
	K	→	K ⁺ + e ⁻
	Ba	→	Ba ²⁺ + 2e ⁻
	Ca	→	Ca ²⁺ + 2e ⁻
Facilidade de oxidação	Na	→	Na ⁺ + e ⁻
	Mg	→	Mg ²⁺ + 2e ⁻
	Al	→	Al ³⁺ + 3e ⁻
	Zn	→	Zn ²⁺ + 2e ⁻
	Cr	→	Cr ³⁺ + 3e ⁻
	Fe	→	Fe ²⁺ + 2e ⁻
	Ni	→	Ni ²⁺ + 2e ⁻
	Sn	→	Sn ²⁺ + 2e ⁻
	Pb	→	Pb ²⁺ + 2e ⁻
		H ₂	→
	Cu	→	Cu ²⁺ + 2e ⁻
	Ag	→	Ag ⁺ + e ⁻
	Hg	→	Hg ²⁺ + 2e ⁻
	Au	→	Au ³⁺ + 3e ⁻

3- Podemos dizer que, na célula eletroquímica

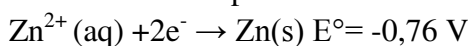


- o magnésio sofre redução.
- o ferro é o ânodo.
- os elétrons fluem, pelo circuito externo, do magnésio para o ferro.
- há dissolução do eletrodo de ferro.
- a concentração da solução de Mg²⁺ diminui com o tempo.

4- O esquema abaixo representa uma cela galvânica (pilha), ressaltando o sentido de movimentação dos elétrons.



Considerando os potenciais de semicela:



a) Qual dos eletrodos é o ânodo? Qual é o cátodo?

b) Qual dos eletrodos é o polo negativo? E o positivo.

c) Qual espécie química é oxidada? E qual é a reduzida?

d) Equacione a semirreação anódica.

e) Equacione a semirreação catódica.

f) Equacione a reação global da pilha.

g) Calcule o valor de ΔE° para essa pilha. (Dados: $\Delta E^{\circ} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ânodo}}$)

4- Qual a diferença entre uma pilha e bateria?

5- O que é eletrólise?

APÊNDICE 7 - Plano do curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica: 3º encontro

Dados de Identificação

Local: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)

Ministrante: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Data: 25/04/2016

Duração: 3 horas

Objetivos

Realizar uma comparação se o que vem sendo proposto nos livros didáticos de Química da Educação Básica em relação ao conteúdo de Eletroquímica, está de acordo com os documentos oficiais.

Desenvolvimento

No encontro anterior, foi entregue a cada participante a parte que faz menção ao conteúdo de Eletroquímica dos seguintes documentos oficiais: PCNEM, PCN+ Ensino Médio, CBC e BNCC, para os participantes realizar a leitura para o encontro de hoje.

Neste sentido, será realizada uma apresentação e discussão com os participantes, a respeito de como esses documentos sugerem que sejam abordados o conteúdo de Eletroquímica na Educação Básica.



- Por que quando invertemos o polo de uma pilha em um controle remoto, o mesmo não funciona?
- Nas pilhas você sabe como a energia é produzida?
- Existe uma diferença entre uma pilha e bateria?
- Será que todas as pilhas são iguais?
- Por que não podemos descartar uma pilha no lixo?



O conteúdo de Eletroquímica é assunto muito importante para a compreensão dos diferentes aspectos teórico-conceituais relacionados ao meio científico e tecnológico que permeiam nossa sociedade, como por exemplo: nos processos de eletrodeposição relacionados à prevenção da corrosão dos metais, processos de sínteses de materiais orgânicos e decomposição de poluentes pesados (fenóis, alguns polímeros não degradáveis) dentre outros. Nesse sentido o campo de atuação da Eletroquímica é muito extenso e envolve diferentes processos químicos relacionados a diversas aplicações industriais e tecnológicas (BOCANEGRA, 2010).



Documentos oficiais



Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Os conteúdos curriculares devem levar em consideração a perspectiva da investigação sobre o desenvolvimento dos processos tecnológicos presentes em nossa sociedade. Estes processos são históricos e constituem-se em fonte de informações sobre a gênese dos conceitos científicos, além de interagir com vários aspectos (sociais, econômicos, políticos, ambientais, entre outros) que engendram o empreendimento científico. Dessa maneira, a abordagem histórica e epistemológica deveria estar presente na apresentação dos processos tecnológicos, envolvendo, por exemplo, a produção de energia através de fontes (eletro) químicas.

PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais- Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

O conteúdo de Eletroquímica é proposto em: Energia e transformação química. É sugerido que se faça a previsão da energia elétrica gerada, através do uso da tabela de potenciais-padrões dos eletrodos. No processo eletrolítico - não espontâneo-, recomendam que sejam abordados as experiências de Faraday com o intuito de se estabelecerem relações entre os aspectos macroscópicos e microscópicos da matéria.

Conteúdos Básicos Comuns

9. Energia: movimento de elétrons - n.º. de aulas sugeridas: 2

9.1. Identificar espécies presentes em transformações de oxidação-redução.

9.1.1. Identificar espécies químicas resultantes das possíveis alterações na carga elétrica de átomos ou de grupos de átomos.

9.2. Reconhecer processos de oxidação e redução.

9.2.1. Classificar os processos químicos como oxidação ou redução de acordo com a variação de carga elétrica das espécies.

9.2.2. Relacionar a formação de íons ao movimento de elétrons.

9.2.3. Relacionar a formação de íons à relação entre o número de prótons e elétrons.

9.2.4. Relacionar o movimento de elétrons e de íons com a condução de corrente elétrica.

32. Energia: Movimento de cargas elétricas - nº. de aulas sugeridas: 14	
32.1. Transformações que envolvem produção de energia.	<p>32.1.1. Compreender o princípio básico de funcionamento de uma pilha eletroquímica.</p> <p>32.1.2. Representar as TQ por meio de semi-reações.</p> <p>32.1.3. Consultar tabelas de potencial eletroquímico para fazer previsões da ocorrência das transformações.</p> <p>32.1.4. Compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos de força eletromotriz de pilhas.</p> <p>32.1.5. Conhecer os constituintes e o funcionamento básico das pilhas e das baterias mais comuns.</p> <p>32.1.6. Conhecer o impacto ambiental gerado pelo descarte de pilhas e das baterias no ambiente.</p>
32.2 Transformações que envolvem consumo de energia.	<p>32.2.1. Compreender o princípio básico de funcionamento de uma eletrólise.</p> <p>32.2.2. Exemplificar o processo de eletrólise a partir de processos de obtenção de alumínio.</p> <p>32.2.3. Conhecer o impacto ambiental gerado pelo processo de obtenção do alumínio.</p>

Base Nacional Comum Curricular

UC6Q - OBTENÇÃO DE MATERIAIS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.

➤ Conhecimento conceitual

CNQU3MOA008 Compreender os processos de oxidação e de redução e relacioná-los à produção de energia em pilhas e baterias e à obtenção de metais.

Exemplo: Compreensão da oxidação e redução de espécies químicas como processos relacionais; estudo de reações de oxirredução usadas na obtenção de metais e em processos de galvanoplastia; estudo do processo de oxirredução como gerador de corrente elétrica em pilhas e baterias.

Base Nacional Comum Curricular

UC6Q - OBTENÇÃO DE MATERIAIS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.

➤ Linguagens

CNQU3MOA016 Representar as transformações químicas que acontecem em pilhas, baterias e processos eletrolíticos por meio de equações químicas.

Exemplo: Previsão de ocorrência de reações de oxirredução, a partir da análise de valores de potenciais de redução e oxidação; equações de oxirredução para pilhas, baterias e processos eletrolíticos.

Referências

- BOCANEGRA, C. H. Aspectos Conceituais e Epistemológicos do tema Eletroquímica nos Livros Didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM (2007). 2010. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação) UNESP: Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho. 137f.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2000.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- KRÜGER, V.; LOPES, C.V.M.; SOARES, A. R. **Eletroquímica para o ensino médio.** Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, (série propostas para o ensino de química), 1997.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Química: proposta curricular. Educação Básica.** Belo Horizonte, 2007.

Posteriormente, será realizada uma discussão sobre o tópico “Balanceamento de Oxirredução” e se este assunto está inserido nos documentos oficiais. A escolha apenas desse tópico, deve-se a experiência profissional da mestranda, vivenciada em 2014, pois ao ministrar este tópico gastou em torno de 6 aulas e verificou que poucos alunos realmente compreenderam o assunto. Durante essa discussão será indagado aos cursistas: Você considera importante trabalhar o tópico “Balanceamento de reações de oxirredução na Educação Básica?”.

Após a discussão, será entregue aos participantes duas atividades. Na primeira atividade cada participante irá receber um dos seguintes livros didáticos de Química, listados abaixo e analisar o conteúdo de Eletroquímica com base nos documentos oficiais, respondendo a seguinte questão: O livro analisado contempla o que vem sendo proposto nos documentos oficiais? É importante destacar que as escolhas destes livros se devem ao fato dos mesmos serem sido aprovados pelo PNLD/2015.

- Livros didáticos de Química:

ANTUNES, M. T. **Ser Protagonista: Química.** 2ª ed. São Paulo: Edições SM, 2013, v. 2.

FONSECA, M. R. M. **Química.** 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v. 2.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química.** 1ª edição, São Paulo: Scipione, 2011, v. 2.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (org). **Química Cidadã.** 2ª ed. São Paulo: AJS, 2013, v. 2.

Já a segunda constituiu em analisar as atividades 1.1 e 1.2 com base nos documentos oficiais (atividade realizada no primeiro encontro).

Por fim, cada participante receberá uma folha avaliando o terceiro encontro.

Avaliação

Com base, nas atividades propostas no decorrer do curso.

Recursos didáticos

Data- show, computador e material xerografado.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Atividade 1

1-O livro analisado contempla o que vem sendo proposto nos documentos oficiais?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Atividade 2

1- Com base na análise dos documentos oficiais: PCNEM, PCN+ CBC e BNCC, referente ao conteúdo de Eletroquímica, há algum tópico que você “acrescentaria” ou “eliminaria” na atividade 1.1 e 1.2?

Atividade 1.1:

Atividade 1.2:

2- Você como futuro docente de Química, pretende realizar a análise dos documentos oficiais ao abordar os conteúdos químicos? Justifique.

3- Durante a graduação você já realizou a análise de algum documento oficial? Se sim, qual?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA- MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Avaliação – 3º Encontro

1- Sobre a análise dos documentos oficiais referente ao conteúdo de Eletroquímica, discutido no dia de hoje, você:

- () ampliou os seus conceitos sobre o que abordar ao ministrar este conteúdo;
() ainda não está muito claro o que deve ser abordado;
() não abordaria o conteúdo.

2- O que você achou do encontro? Alguma sugestão.

APÊNDICE 8 - Plano do curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica: 4º encontro

Dados de Identificação

Local: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)

Ministrante: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Data: 09/05/2016

Duração: 3 horas

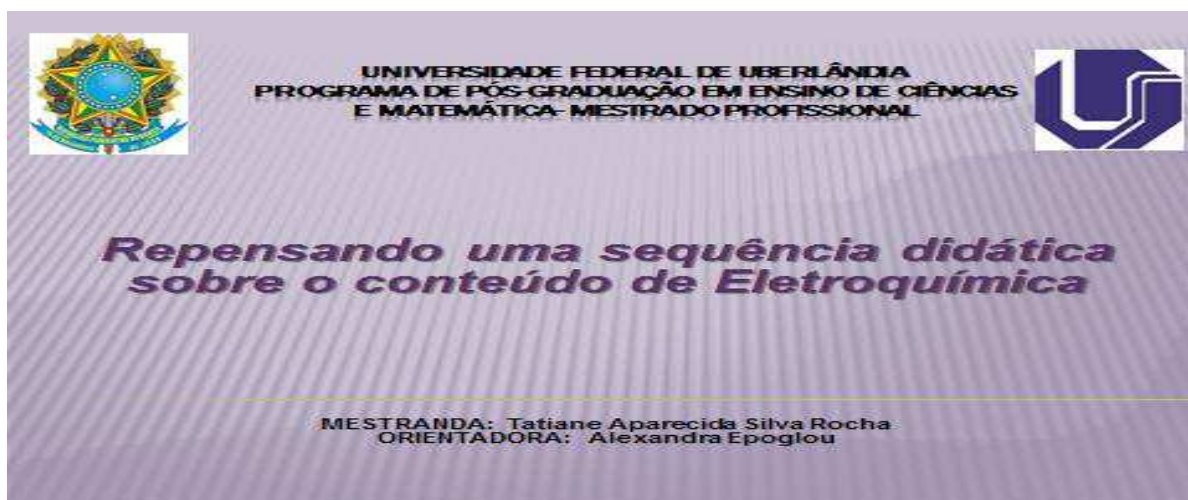
Objetivos

Discutir algumas dificuldades conceituais e apresentar propostas metodologias relacionadas ao conteúdo de Eletroquímica.

Desenvolvimento

No último encontro foi realizada uma discussão em relação ao que vem sendo proposto nos documentos oficiais em relação ao conteúdo de Eletroquímica. Neste encontro, será proposto aos participantes, que elaborem uma sequência didática com 16 aulas sobre o conteúdo de Eletroquímica, porém, de forma bem sucinta, mencionando apenas os tópicos dos conteúdos que os mesmos pretendem lecionar ao ministrar esse assunto na Educação Básica e de que forma esses conteúdos seriam abordados (recursos metodológicos).

Na sequência serão apresentadas algumas dificuldades conceituais apresentadas pelos estudantes da Educação Básica e do Ensino Superior sobre o conteúdo de Eletroquímica, disponíveis na literatura.



Dificuldades conceituais



Muitos dos conceitos envolvidos no ensino de eletroquímica são de difícil compreensão para os estudantes, pois requerem a elaboração de modelos explicativos para seu entendimento e a representação através da linguagem própria da química (equação química de óxido-redução, células eletrolíticas, células galvânicas etc). (LIMA, 2004).



Bueso et al (1998 *apud* Lima 2004, p. 29) realizaram um estudo com alunos que concluíram o ensino médio e que ingressaram no ensino superior, buscando verificar se os mesmos compreendiam as reações de óxido-redução como um processo de intercâmbio eletrônico entre as espécies químicas.

Nesse estudo foram aplicadas questões abertas e de múltipla escolha com o objetivo de verificar o conhecimento dos estudantes sobre reações de óxido-redução tanto em nível fenomenológico quanto em nível conceitual.

As questões abrangeram desde a exemplificação dos conceitos de oxidação e redução, a atribuição de massa e volume ao oxigênio do ar no processo de oxidação do ferro até a interpretação da reação de síntese do cloreto de zinco através da representação iônica.



Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes relaciona o conceito de oxidação a exemplos vinculados a *"oxidação de objetos metálicos, a oxidações orgânicas ou biológicas"* e para redução *"reações onde se extrai o oxigênio, obtenção do metal a partir do óxido e reduções orgânicas e biológicas"*.

Além disso, a definição apresentada pelos estudantes para reações de oxido-redução corresponde ao: *"intercâmbio do oxigênio (oxidação como adição de oxigênio ao metal, composto e redução como perda do oxigênio)"*.

Em conclusão, Bueso et al (1998 *apud* Lima 2004, p. 29 e 30) consideram necessário o uso de uma metodologia diferente da tradicional, na qual se procure conhecer inicialmente as ideias prévias dos estudantes, integrando os conceitos de sala de aula com o laboratório, tornando o ensino de eletroquímica mais significativo de forma a evitar as "barreiras epistemológicas".



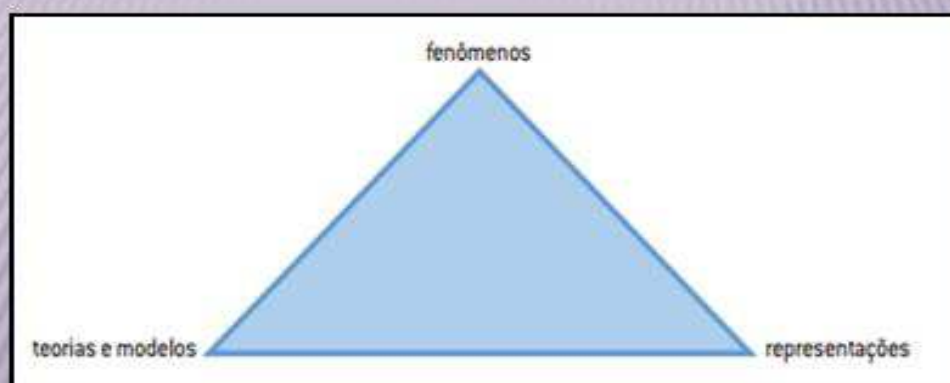
Ao realizar uma pesquisa com estudantes do ensino médio e Superior, Ogude e Bradley (1996 *apud* VELLECA, et al., 2005) verificou que os mesmos apresentam dificuldade nos seguintes tópicos: na identificação de onde ocorre na célula Eletroquímica o processo de fluxo dos elétrons, os aspectos relativos aos componentes do processo, como ponte salina, cátodo, ânodo, etc.

Além disso, apresentam dificuldades na terminologia de cátodo, ânodo, eletrodo positivo, eletrodo negativo. Os estudantes ainda têm dificuldades para relacionar a deposição e o desgaste do metal com os elétrons recebidos e perdidos no processo.



No trabalho realizado por Velleca e colaboradores (2005) são apontadas concepções alternativas por parte dos estudantes da 3^o série do Ensino Médio sobre o tema de Eletroquímica. Foi constatado que para os alunos, os elétrons fluem através da ponte salina independente da espécie química correspondente.

- Na pesquisa realizada pelos autores Caramel e Pacca (2011) com 73 alunos da 3ª série do Ensino Médio e 52 alunos do 3º ano do curso de Licenciatura e Bacharelado de Química, que já haviam estudado o tema em questão, também foram evidenciadas algumas dificuldades apresentadas pelos participantes sobre o tema.
- Foram verificadas dificuldades dos mesmos, ao explicarem os fenômenos microscópicos que ocorrem na célula eletroquímica em operação, também se observou a deficiente apropriação da linguagem específica, que aparece de forma significativa, demonstrando utilizarem os termos oxidação, redução, íons, cátions e ânions, num sentido diferente da química oficialmente aceita.
- Muitos justificam o efeito de geração da corrente, por uma única causa, a transformação das espécies química (oxidação e redução), sem se importarem com os aspectos dinâmicos de movimentação das cargas, tanto nos fios, quanto nos eletrólitos, além disso, a função da ponte salina é praticamente ignorada pelos alunos.



Fonte: Mortimer e Machado (2013, p. 17).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica. *Caderno Brasileiro Ensino de Física*, 28 (1), p. 7-26, 2011.

Freire, M. S.; Silva Júnior, C. N.; Silva, M.G. L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñana de las Ciencias. *Anais do VIII ENPEC*, 2011.

LIMA, V. A. Atividades experimentais no Ensino Médio – Reflexão de um grupo de Professores a partir do tema Eletroquímica. 2004. *Dissertação*. (Pós-Graduação em Ensino e Ciências) USP: Universidade de São Paulo, 197f.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química: Ensino Médio*. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013. v1.


VELLECA, R. F.; IGNE, M. C. I.; LATTARI JÚNIOR, J. C.; CAMPANERUT, F. Z.; HADDAD, E. B.; ALARIO, A. F. Investigando as Concepções Alternativas dos estudantes sobre Eletroquímica. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *Anais...* Bauri. p.1-11. 2005.

Após esta discussão será entregue aos participantes o artigo: “Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química”, onde os mesmos devem realizar a leitura, para que posteriormente seja realizada uma discussão do artigo.

Ao término da discussão, serão apresentados alguns recursos metodológicos (jogos, experimentos, TIC), desenvolvidos para auxiliar no entendimento do conteúdo em questão, encontrados na literatura. Visto que essa abordagem foi sugerida por alguns participantes no primeiro encontro do curso.

RECURSOS METODOLÓGICOS

EXPERIMENTO E JOGO DIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA DE ATIVIDADE QUÍMICA INCLUSIVA PARA DEFICIENTES VISUAIS

 **52º Congresso Brasileiro de Química** RECIFE / PE
Química e Inovação: Caminho para a Sustentabilidade :: 14 e 15 de Outubro de 2012

Silva, A.F.P. (IFAL- CAMPUS MURICI) ; Santos, S.M. (IFAL- CAMPUS MURICI) ; Silva, E.F.A. (IFAL- CAMPUS MURICI) ; Santos, J.B. (IFAL- CAMPUS MURICI) ; Benigno, A.P.A. (IFAL- CAMPUS MURICI)

Conclusões:

O desenvolvimento da atividade experimental e do jogo didático–cruzadinha foi considerado como uma estratégia positiva para maior aprofundamento sobre o tema eletroquímica, células galvânicas. Além disso, as atividades se caracterizaram como uma proposta viável para inclusão/participação e maior compreensão sobre o fenômeno eletroquímico de alunos com deficiência visual.

Referência bibliográfica:

SILVA, A.F.P. ; SANTOS, S.M.; SILVA, E.F.A.; SANTOS, J.B.; BENIGNO, A.P.A. Experimento e Jogo Didático como Estratégia de Atividade Química Inclusiva para Deficientes Visuais. In. 52º Congresso Brasileiro de Química. **Anais...** Recife, 2012.

O ENSINO DE ELETROQUÍMICA ATRAVÉS DE UMA ATIVIDADE LÚDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

Discente: Aline Marcelino dos Santos Silva

Orientadora: Rosana Aparecida Giacomini

Objetivos:

Estudar a validade da utilização do jogo Eletroforca para o ensino de eletroquímica no ensino médio e verificar a aceitação da estratégia de ensino pelos alunos.

Metodologia:

Uma aula sobre Eletroquímica, com duração de 100 minutos

Seis turmas de 3º ano do ensino médio do turno da matutino de um colégio estadual localizado no município de Campos dos Goytacazes/RJ.

4º bimestre do ano letivo de 2011 com cento e trinta e quatro alunos.

Utilizou-se doze aulas, durante duas manhãs, sendo duas aulas em cada turma.

- O primeiro tempo de aula foi utilizado para introduzir o conteúdo de eletroquímica, a fim de que os alunos compreendessem os principais conceitos que seriam trabalhados em uma atividade lúdica.
- Jogo didático denominado Eletroforca, foi retirada do livro intitulado Ludoteca de Química para o ensino médio de CRESPO, L. C.; LESSA, M. D.; MIRANDA, P.C.L.; GIACOMINI, R. (2011).
- Aula: Buscou-se que os alunos compreendessem conceitos básicos da eletroquímica, o processo de oxidação-redução de uma pilha, aprendessem a calcular o número de oxidação dos componentes de uma equação química e também reconhecessem a eletroquímica no cotidiano.

Colégio Estadual Nilo Peçanha

Eletroquímica

Alino Marcelino

Pilhas e baterias



Diagrama de uma célula eletrolítica:



Oxid. Redu.

Geradores elétricos



Representação de uma pilha

Voltaic Cell



Ânodo é o pólo negativo, onde ocorre oxidação (perda de elétrons).

Cátodo é o pólo positivo, onde ocorre redução (recebimento de elétrons).



Oxid. Redu.

Agente redutor e agente oxidante

- Cátodo: ganha elétrons → sofre redução → agente oxidante.
- Ânodo: perde elétrons → sofre oxidação → agente redutor.

Representação de pilhas

$Zn | Zn^{2+} || Cu^{2+} | Cu$

Número de oxidação - Exemplos

NaF

Na: +1
F: -1

NaHCO₃

Na: +1
H: +1
C: +4
O: -2

Observações

Exemplo de reação: $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$

Semi-reações

Exemplo de reação: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

Número de oxidação - Exemplos

H₂

H: 0

Na

Na: 0

Cartelas de sorteio

<p>CORRENTE ELÉTRICA</p> <p>Definição: movimento ordenado de elétrons que também pode ser feito através de um fio condutor, como ocorre numa lâmpada, num motor ou em uma pilha.</p>	<p>GERADORES ELÉTRICOS</p> <p>Definição: transformam a energia mecânica, química ou solar em energia elétrica.</p>	<p>PLANTA ELÉTRICA</p> <p>Definição: transformam a energia natural em energia elétrica.</p>
<p>REDUÇÃO</p> <p>Definição: é a reação química que ocorre através do processo de redução-oxidação.</p>	<p>OXIDANTE</p> <p>Definição: é a espécie química que provoca a oxidação de outra espécie química durante a reação.</p>	<p>REDUTOR</p> <p>Definição: é a espécie química que provoca a redução de outra espécie química durante a reação.</p>
<p>ELETROQUÍMICA</p> <p>Definição: é o estudo das reações químicas que ocorrem através de um sistema elétrico que são produzidas pela corrente elétrica.</p>	<p>OXÍDO REDUZIDO</p> <p>Definição: produto químico em sua forma reduzida de elétrons.</p>	<p>OXIDADO</p> <p>Definição: é a espécie química que provoca a oxidação de outra espécie química durante a reação.</p>
<p>NÚMERO DE OXIDAÇÃO</p> <p>Definição: é o número total de elétrons que a espécie química possui se estiver em um determinado estado de oxidação.</p>	<p>BLANQUEAMENTO</p> <p>Definição: é o processo de remoção de elétrons de uma espécie química durante a reação.</p>	<p>ELÉTRICO QUÍMICO</p> <p>Definição: é o estudo das reações químicas que ocorrem através de um sistema elétrico que são produzidas pela corrente elétrica.</p>

A	A	A	B	C	C	D
D	E	E	E	E	G	H
I	I	L	L	M	M	N

N	O	O	O	P	Q	R
R	R	S	S	S	S	T
T	U	X				

Boneco



Tabuleiro da forca



"A aula foi muito agradável, pois foi de maneira divertida e ao mesmo tempo interessante." (Aluno 20, Turma A).

"Acho importante que alguns dias nos meses estudarmos desse jeito, com brincadeiras aprendemos muitas coisas." (Aluno 14, Turma A).

"A aula foi maneira, gostei da interatividade." (Aluno 18, Turma B).

"A aula foi ótima porque da maneira que foi a aplicação, foi mais fácil de entender a eletroquímica." (Aluno 5, Turma C).

"Foi uma aula prática e de bom proveito." (Aluno 17, Turma D).

"Achei bem legal." (Aluno 3, Turma E).

"O mais interessante na explicação foi quando foi utilizado as pilhas e baterias para nos ajudar compreendermos melhor." (Aluno 10, Turma F).

Conclusão:

- A utilização da atividade lúdica foi uma estratégia de extrema importância para o desenvolvimento dos alunos, como evidenciado nas respostas positivas das perguntas, mostrando-se um recurso facilitador no processo de ensino-aprendizagem.
- De forma geral, foi uma experiência satisfatória e proveitosa, na qual se percebeu o valor das atividades lúdicas para o desenvolvimento do saber em ciências naturais dos alunos, principalmente através do jogo, assim como da formação docente, por meio da organização de aulas pautada em parâmetros didáticos diferenciados e que favorecem para o processo de ensino-aprendizagem significativo.

Referência bibliográfica:

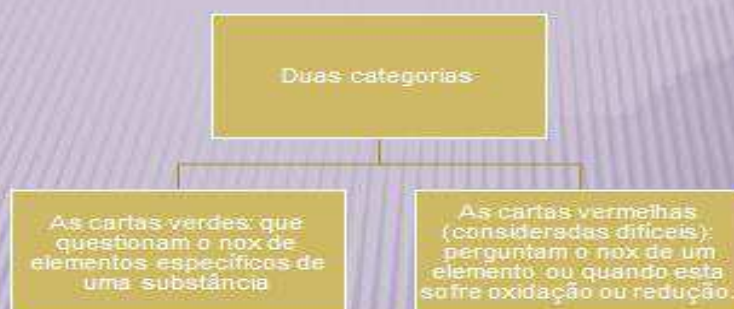
SILVA, A. M. S. O ensino de eletroquímica através de uma atividade lúdica. 2012. **Monografia** (Curso de Licenciatura em Química) UENF: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 57f.

TWISTER QUÍMICO: UMA PROPOSTA NO ENSINO DE NOX



Ana C.M. Costa, Anna C.S. Ramos, Murilo V. Sousa, Victor R.F. Ferreira, Marlon H.F.B. Soares, Nyuara M.S. Araújo

Construção do Twister Químico:



tapete (1m x 1,50m) com quatro colunas de cores que representam os nox. A cor vermelha representa o nox +2, a azul o x (nox diferentes dos dispostos no tapete), a amarela o nox -1 e a verde o nox +1. Também acompanha um dado com as faces que indicam: mão direita, mão esquerda, pé direito, pé esquerdo, surpresa e LEQUAL.

- O jogo se inicia com a divisão de dois grupos, escolhe-se um participante de cada para ficar no tapete.
- Em seguida, tira par ou ímpar, o vencedor começa a responder as perguntas.
- A equipe que iniciará o jogo, jogará o dado para saber qual parte do corpo será colocada no tapete, caso saia a face surpresa o participante poderá escolher qual parte do corpo colocará no tapete, e responderá a pergunta referente a carta surpresa.
- Após jogar o dado, e a face seja qualquer uma exceto a surpresa e a LEQUAL, retira-se uma carta verde e responde-se a pergunta, se a equipe acertar a resposta coloca-se o componente se posiciona no tapete e coloca sua parte do corpo, conforme a face do dado jogado anteriormente, na cor que indica o nox da resposta.

- Se a face surpresa do dado sair, ela indica que a pergunta que o grupo responderá será referente a carta vermelha, as perguntas referentes as cartas surpresas possuem um maior grau de dificuldade. Caso saia a face LEQUAL, o grupo passa a vez.
- A equipe vencedora será a que o participante ficar maior tempo no tapete sem cair.

Referência bibliográfica:

COSTA, A. C. M.; RAMOS, A. C.S.; SOUSA, M. V.; FERREIRA, V. R.F.; SOARES, M. H.F.B.; ARAÚJO, N. M.S. In: I Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas em Ensino de Química. Anais... Goiânia, 2014.

O USO DO JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA PARA CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS DE ELETROQUÍMICA E OXIREDUÇÃO



Marques, G.N. ; Cunha, D.A.; Lima, J.B. ; Pereira, L.M.; Viana, T.M.A. ; Justino, M.N.

Elaboração do jogo:

- A primeira etapa consistiu em um entrevista com o professor da disciplina de Físico Química para saber quais as características principais e os respectivos objetivos deveriam nortear o jogo.
- Um questionário foi construído com base nas aulas ministradas pelo professor, para que as dificuldades dos alunos com respeito ao ensino de físico química pudessem ser identificadas e eventualmente corrigidas através da utilização do jogo.

- O jogo é composto por seis alunos os quais podiam escolher a cor dos seus peões e no decorrer das casas escolhidas pelo dado tinham direito a retirar cartas previamente embaralhadas e que eram classificadas pela cor o seu nível de dificuldade (Verde/Fácil, Amarelo/Intermediário, Vermelho/Difícil) caso o aluno responde-se a pergunta escolhida de forma errada, perderia os pontos recebidos no início do jogo. O objetivo era acumular mais pontos demonstrando que conhecia bem os assuntos por responder as perguntas do jogo.

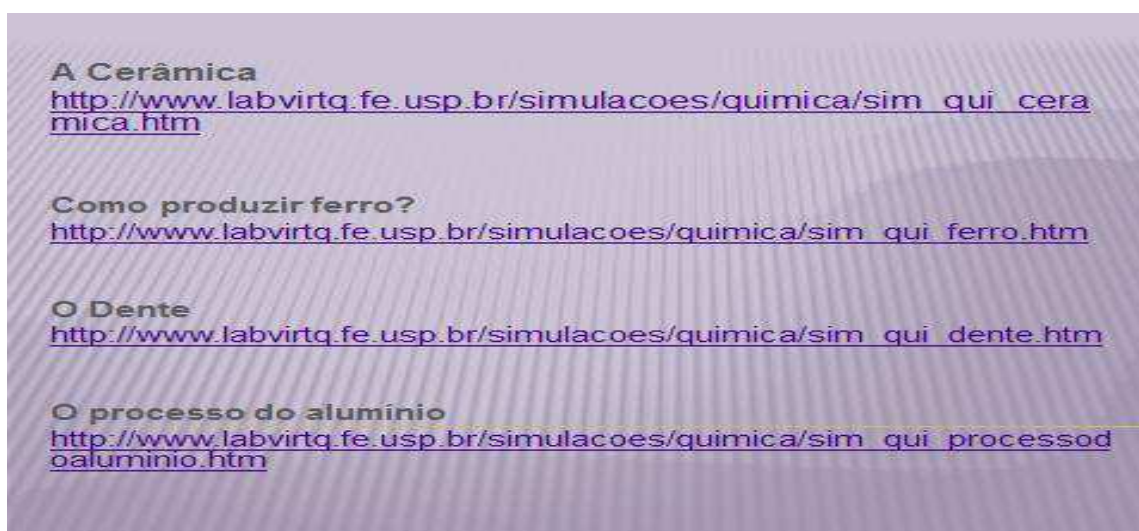


Conclusões:

A partir do uso do jogo REDOXGAME pode-se perceber que os alunos interagiam de forma mais ativa nas aulas. Houve um aumento significativo nas notas dos alunos, uma vez que sua aprendizagem ocorreu de forma lúdica e facilitada pelo uso de uma ferramenta alternativa.

Referência bibliográfica:

MARQUES, G.N. ; CUNHA, D.A.; LIMA, J.B. ; PEREIRA, L.M. ; VIANA, T.M.A. ; JUSTINO, M.N. O uso do jogo didático como ferramenta para contextualização dos conteúdos de Eletroquímica e Oxiredução. In: 55º Congresso Brasileiro de Química. Anais...Goiânia, 2015.



Também serão discutidos com os cursistas as experiências: Líquidos podem atacar metais? e O que acontece quando uma corrente elétrica passa por um líquido? Ambas retiradas do livro *Química Cidadã*, dos autores: Santos, Mól, G. S. (org). (2013, p. 246 e 272). Pretende-se discutir a prática: Oxidação- redução, retirado do material: *Eletroquímica para o ensino médio (série propostas para o ensino de química)*, (KRÜGER, LOPES, SOARES, 1997, p. 9).

Referência bibliográfica:

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A.R. **Eletroquímica para o ensino médio** (série propostas para o ensino de química). Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (org). **Química Cidadã**. 2ª ed. São Paulo: AJS, 2013, v. 3.

E para finalizar participantes devem avaliar o encontro.

Avaliação

Através, das atividades propostas no decorrer do curso.

Recursos didáticos

Data- show, computador e material xerografado.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Avaliação – 4º Encontro

1- O que você achou do encontro? Alguma sugestão.

APÊNDICE 9 - Plano do curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica: 5º encontro

Dados de Identificação

Local: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)

Ministrante: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Data: 23/05/2016

Duração: 3 horas

Objetivos

O quinto encontro, tem como finalidade discutir os principais conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica.

Desenvolvimento

No encontro de hoje, será proposta outra atividade complementar aos participantes. No último encontro foram apresentados alguns recursos metodológicos sobre o conteúdo de Eletroquímica. Neste sentido, os participantes do curso devem propor um recurso metodológico para ministrar o conteúdo de Eletroquímica, pode ser uma animação, objeto de aprendizagem, experimento, jogo didático, a ideia é que os participantes elaborem um ou façam uma adaptação.

No primeiro encontro, foi aplicado um questionário aos participantes sobre algumas informações complementares. Porém ao realizar a análise do mesmo, os participantes mencionaram alguns conceitos que gostariam que fosse abordado durante o curso.

Neste sentido, será abordado o tópico de Nox, será retomada a ideia de balanceamento, bem como a resolução de alguns exemplos sobre este tópico.

Abordagem:

Tópicos em Eletroquímica:

Em 1852, Edward Frankland (1825 – 1899) estabeleceu a Teoria da Valência, admitindo que os átomos apresentariam “unidades de capacidade de combinação”, que se “saturariam” mutuamente. Assim, considere as fórmulas relacionadas a seguir:

NaH
hidreto
de sódio

CaH₂
hidreto
de cálcio

H₃N
amônia

H₄C
metano

H₂O
água

HCl
cloreto de
hidrogênio

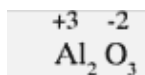
H₂S
sulfeto de
hidrogênio

Percebe-se, pela análise das fórmulas, que é possível expressar por um número a capacidade de combinação de cada elemento com o hidrogênio. Esse número, que indica quantos átomos de hidrogênio combinam ou são substituídos por um átomo de um dado elemento, foi chamado por Frankland de quantivalência ou, simplesmente, valência desse elemento.

De acordo com as representações consideradas, pode-se afirmar que a valência do sódio é 1 (monovalente), a do cálcio é 2 (divalente), a do nitrogênio, 3 (trivalente), a do carbono, 4 (tetraivalente), a do oxigênio, 2 (divalente), a do cloro, 1 (monovalente) e do enxofre, 2 (divalente). Assim, pela fórmula de um composto constituído por dois elementos, quando se conhece a valência de um deles, pode-se determinar a valência do outro – desde que se considere que ambos concorrem com o mesmo total de unidades de valência (valência do elemento x número de átomos do elemento).

Considerando as ideias de Berzelius e Frankland, nota-se ser possível relacionar o caráter eletropositivo ou eletronegativo do elemento à valência do mesmo. Assim, ao valor numérico da valência pode-se atribuir um sinal positivo, se o elemento manifestar caráter eletropositivo, o sinal negativo, caso seja eletronegativo. A valência, assim considerada, representa o número de oxidação do elemento, ou seja, a carga elétrica negativa supostamente manifestada por esse elemento. Por exemplo, no composto HCl, o número de oxidação do hidrogênio (+1) e o cloro é (-1). No composto NaH, o número de oxidação do sódio é (+1) e do hidrogênio (-1).

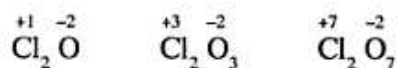
A ideia de número de oxidação foi introduzida por Johnson, em 1880. Indica-se o número de oxidação do elemento colocando o seu valor, em algarismos arábicos, acima do seu símbolo na fórmula do composto. Assim:



Dessa maneira, pode-se estabelecer algumas regras para atribuir números de oxidação aos elementos nos compostos, fundamentados nestas considerações:

- *Num composto, a soma total dos números de oxidação dos elementos que o formam deve ser zero.*
- *O número de oxidação do hidrogênio é (+1). Porém, nos hidretos metálicos, como o NaH, CaH₂ e o número de oxidação do hidrogênio é (-1).*

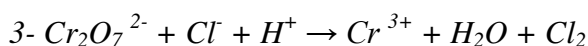
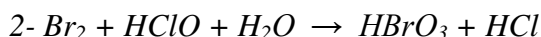
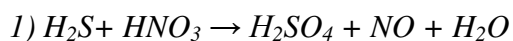
- O número de oxidação do oxigênio, na maioria dos compostos, é (-2). Em alguns compostos, como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), é (-1).
- Os números de oxidação dos halogênios (Cl, Br e I), em compostos binários, é (-1). Em compostos desses elementos como o oxigênio, seus números de oxidação são positivos. Exemplos:



- Metais alcalinos (Li, Na, K, Rb, s) apresentam, nos seus compostos, número de oxidação (+1). Metais alcalinos terrosos (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) apresentam, nos seus compostos, número de oxidação igual a (+2).
- Tratando-se as substâncias formadas por um único elemento – como o Cl_2 , O_2 , N_2 , P_4 , Cu, Zn, Al- o número de oxidação é zero. Como são constituídos por átomos do mesmo elemento, não há manifestação de carga elétrica.

Posteriormente será discutido o tópico de Balanceamento de reações de oxirredução.

- 1- Determinar o número de oxidação dos átomos dos diferentes elementos químicos e verificar qual está reduzindo e qual está oxidando;
- 2- Determinar a variação do número de oxidação de cada um deles;
- 3- Colocar como coeficiente da substância de um dos elementos que varia o número que indica a variação do outro elemento e vice-versa.
- 4- Determinar os coeficientes das demais substâncias, contando a quantidade de átomos dos elementos cujos coeficientes de suas substâncias já foram determinados na etapa anterior. Procurar determinar inicialmente os coeficientes a partir de elementos que estejam presentes apenas em uma única substância em cada lado da reação.



E para finalizar será realizada uma atividade experimental referente ao tópico de Reatividade dos metais intitulada: Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?

Avaliação

Por meio das atividades propostas no decorrer do curso.

Recursos didáticos

Data- show, computador, material xerografado e materiais para a realização da experiência (Fe; Zn; Mg; Al; Cu; Soluções de: Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+} Cu^{2+} e HCl (todas 1mol/L); tubos de ensaio; pipetas e estante para tubos).

Referências:

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A.R. **Eletroquímica para o ensino médio (série propostas para o ensino de química)**. Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

FELTRE, R. **Química**. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, v. 2.

FONSECA, M. R. M. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v. 2.

GEPEQ - **Introdução e Transformações. Química - Ensino Médio**. São Paulo: Edusp, 1999, v. 1 e 2.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Experiência

Os metais reagem no mesmo intervalo de tempo com as mesmas substâncias?

Introdução:

Analisando alguns elementos químicos presentes em nosso dia-a-dia, podem surgir algumas perguntas: Por que o ferro enferruja e o aço não? E o alumínio, não enferruja? Por que fazemos panelas de alumínio e não de zinco?

Poderemos responder a estas e muitas outras questões sabendo algumas características de cada uma das substâncias mencionadas.

Observando as perguntas do primeiro parágrafo, quais características destes metais devem ser importantes para analisarmos? Certamente entre estas características poderemos encontrar a facilidade ou não de reagir com outras substâncias.

Objetivo:

Compreender a tabela de potenciais- padrão de redução.

Materiais:

- Fe (prego)
- Zn
- Mg
- Al
- Cu (fios elétricos)
- Soluções de: Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+} Cu^{2+} e HCl (todas 1mol/L)
- 5 tubos de ensaio
- 5 pipetas
- 1 estante para tubos

Procedimento:

1. Coloque um pequeno pedaço de ferro em cada um dos tubos de ensaio.
2. Adicione a cada tubo, respectivamente, 5ml de soluções de Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} e HCl.
3. Espere alguns minutos e observe o que acontece. Anote qualquer evidência de mudança que tenha ocorrido dentro do tubo.
4. Anote na Tabela 1 a ocorrência ou não de reação química.
5. Limpe adequadamente os tubos de ensaio.
6. Siga os mesmos procedimentos para os outros metais e faça suas observações na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados do experimento

Metais	Soluções				
	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Al^{3+}	Cu^{2+}	H^+
Ferro					
Zinco					
Magnésio					
Alumínio					
Cobre					

Observações:

Análise dos dados:

- 1- Observando a tabela, destaque o metal que menos reagiu e o que mais reagiu.
- 2- Coloque os metais em ordem do que mais reagiu ao que menos reagiu (ou não reagiu).

Referência:

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A.R. **Eletroquímica para o ensino médio** (série propostas para o ensino de química). Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

APÊNDICE 10 - Plano do curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica: 6º encontro

Dados de Identificação

Local: Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)

Ministrante: Tatiane Aparecida Silva Rocha

Data: 13/06/2016

Duração: 3 horas

Objetivos

Explicar os principais conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica.

Desenvolvimento

Neste último encontro serão discutidos os principais tópicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica, bem como a resolução de uma questão da atividade avaliativa, proposta no segundo encontro.



TÓPICOS EM ELETROQUÍMICA

A eletroquímica, ou seja, o estudo das reações recíprocas entre a Química e a eletricidade teve início com os revolucionários trabalhos de Luigi Galvani (1737-1798) e de Alessandro Volta (1745-1827). Esses trabalhos levaram ao desenvolvimento da eletrodinâmica, no qual compreende a pilha voltaica, a eletrólise e a série eletroquímica (FREITAS, et al, 2012).

1A																	8A				
1																	2				
H Hidrogênio																	He Hélio				
3	4															5	6	7	8	9	10
Li Lítio	Be Berílio															B Boro	C Carbono	N Nitrogênio	O Oxigênio	F Flúor	Ne Neônio
11	12															13	14	15	16	17	18
Na Sódio	Mg Magnésio															Al Alumínio	Si Silício	P Fósforo	S Enxofre	Cl Cloro	Ar Argônio
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
K Potássio	Ca Cálcio	Sc Escândio	Ti Titânio	V Vanádio	Cr Cromo	Mn Manganês	Fe Ferro	Co Cobalto	Ni Níquel	Cu Cobre	Zn Zinco	Ga Gálio	Ge Germânio	As Arsênio	Se Selênio	Br Bromo	Kr Criptônio				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Rb Rubídio	Sr Estrôncio	Y Ítrio	Zr Zircônio	Nb Níbio	Mo Molibdênio	Tc Técnetio	Ru Ródio	Rh Ródio	Pd Paládio	Ag Prata	Cd Cádmio	In Índio	Sn Estanho	Sb Antimônio	Te Telúrio	I Iodo	Xe Xenônio				
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86				
Cs Césio	Ba Bário	*	Hf Háfnio	Ta Tântalo	W Volfrâmio	Re Rênio	Os Ósmio	Ir Írídio	Pt Platina	Au Ouro	Hg Mercúrio	Tl Telúrio	Pb Chumbo	Bi Bismuto	Po Polônio	At Astato	Rn Radônio				
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118				
Fr Francium	Ra Rádio	**	Rf Rúfio	Db Dubnio	Sg Seabórgio	Bh Bório	Hs Háscio	Mt Moscúvio	Ds Darmstádio	Rg Roentgênio	Cn Copernício	Uut Ununtrio	Uuq Ununquádruplo	Uup Ununpêntuplo	Uuh Ununhexáuplo	Uus Ununseptuplo	Uuo Ununoctuplo				
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103							
La Lantânio	Ce Célio	Pr Praseodímio	Nd Néodímio	Pm Promécio	Sm Samaritelo	Eu Európio	Gd Gadolínio	Tb Terbio	Dy Díscio	Ho Hólio	Er Érbio	Tm Tulio	Yb Ítrio	Lu Lutécio							
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103							
Ac Actínio	Th Tório	Pa Protactínio	U Urânio	Np Neptúlio	Pu Plutônio	Am Americônio	Cm Cúrio	Bk Berkelício	Cf Califórnio	Es Einsteinício	Fm Férmio	Md Mendelevício	No Nobelício	Lr Lawrencício							

- O conceito de oxidação surgiu devido à necessidade de se descrever as transformações que ocorrem nas reações de oxido-redução. Na reação de oxidação ocorre a perda de elétrons, enquanto a reação de redução consiste em ganhar elétrons. (MAHAN, 2011)
- A oxidação pode ocorrer em três circunstâncias: quando se adiciona oxigênio à substância, quando uma substância perde hidrogênio ou quando a substância perde elétrons.
- A redução, por sua vez, é o inverso e ocorre também de três maneiras: quando uma substância perde oxigênio, quando ganha hidrogênio ou quando ganha elétrons.

- **Agente redutor:** é a espécie química que age causando a redução de algum elemento presente nos reagentes. O agente redutor é, portanto, a espécie que contém o elemento que perde elétrons, ou seja, que sofre oxidação.
- **Agente oxidante:** é a espécie química que age causando a oxidação de algum elemento presente nos reagentes. O agente oxidante é, portanto, a espécie que contém o elemento que recebe elétrons, ou seja, que sofre redução.

Reatividade dos metais

- Em 1818, Berzelius apresentou a Teoria Eletroquímica, em que concebia as substâncias como dipolos elétricos, ou seja, constituídas por uma parte positiva e a outra negativa. Essa ideia de polaridade foi estendida aos átomos.
- Organizou os elementos em uma série eletroquímica, em que o anterior é mais eletronegativo (predomínio de carga negativa) do que o posterior. O oxigênio iniciava a série, pois era considerado o mais eletronegativo; e o potássio a finalizava, por ser o mais eletropositivo. Essa série como afirmava o próprio Berzelius, seria aproximada e provisória.



- Se colocarmos em contato um metal X, mais reativo, na forma de substâncias simples (Nox de X=0), com outro metal Y, menos reativo, na forma de cátion (Nox de y > 0), constituindo uma substância iônica vai ocorrer uma transferência espontânea de elétrons do metal X para o cátion do metal Y.

SÉRIE DE REATIVIDADE DOS METAIS			
	K	→	K ⁺ + e ⁻
	Ba	→	Ba ²⁺ + 2e ⁻
	Ca	→	Ca ²⁺ + 2e ⁻
	Na	→	Na ⁺ + e ⁻
	Mg	→	Mg ²⁺ + 2e ⁻
	Al	→	Al ³⁺ + 3e ⁻
	Zn	→	Zn ²⁺ + 2e ⁻
	Cr	→	Cr ³⁺ + 3e ⁻
	Fe	→	Fe ²⁺ + 2e ⁻
	Ni	→	Ni ²⁺ + 2e ⁻
	Sn	→	Sn ²⁺ + 2e ⁻
	Pb	→	Pb ²⁺ + 2e ⁻
	H ₂	→	2H ⁺ + 2e ⁻
	Cu	→	Cu ²⁺ + 2e ⁻
	Ag	→	Ag ⁺ + e ⁻
	Hg	→	Hg ²⁺ + 2e ⁻
	Au	→	Au ³⁺ + 3e ⁻

- O físico italiano Alessandro Volta (1745- 1872) construiu, em 1800, a primeira pilha. Volta a empilhou discos de zinco e prata, separando-os por folhas de papel umedecidas com água salgada, e observou que esse dispositivo gerava eletricidade.
- Sempre que metais de reatividades diferentes são imersos em soluções que contém íons, é possível observar que no sistema se estabelece um circuito elétrico.
- No entanto, se no processo de óxido- redução for realizada em um sistema adequado, os elétrons transferidos de uma espécie a outra podem ser aproveitados para a produção de corrente elétrica.

Perguntas:

- 1- Elabore uma possível explicação para o fato de a massa da placa de zinco diminuir. Escreva a equação química que representa o que ocorreu.
- 2- Elabore uma possível explicação para o fato de a placa de cobre aumentar de massa. Escreva a equação química que representa o que ocorreu.
- 3- Na pilha de Daniell temos uma solução de $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$. Antes de o circuito ser fechado, o número de íons Zn^{2+} na solução é igual ao número de íons SO_4^{2-} . O que ocorre com a quantidade de íons, após o circuito ser fechado, à medida que o tempo passa?
- 4- Considere um sistema no qual a lâmina de zinco seja mergulhada em solução de CuSO_4 . Esse sistema pode ser considerado uma pilha?

Será mostrado aos cursistas a prática Pilha de Daniell, através de um vídeo, o mesmo foi retirado do site Ponto Ciência.



https://www.youtube.com/watch?v=8Qxu__Pq8Ms

Em seguida será comentado com os licenciando e licenciado em química, o que ocorreu no fenômeno observado com base no nível submicroscópico. As representações foram retiradas “Eletroquímica para o ensino médio (série propostas para o ensino de química)”, sendo de autoria de: Krüger, Lopes e Soares (1997).

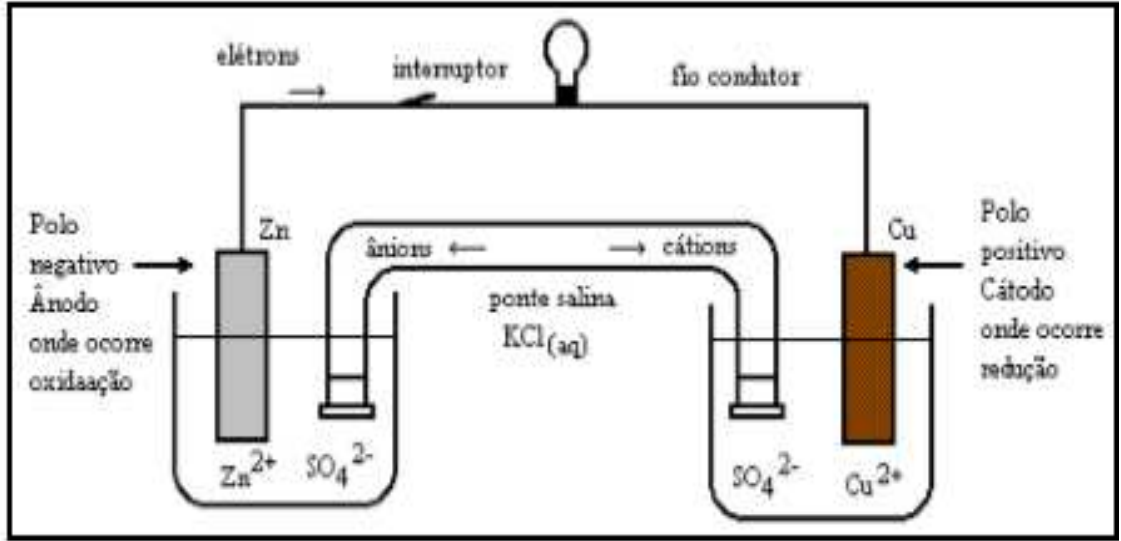


Figura 1: Passagem de corrente em soluções iônicas

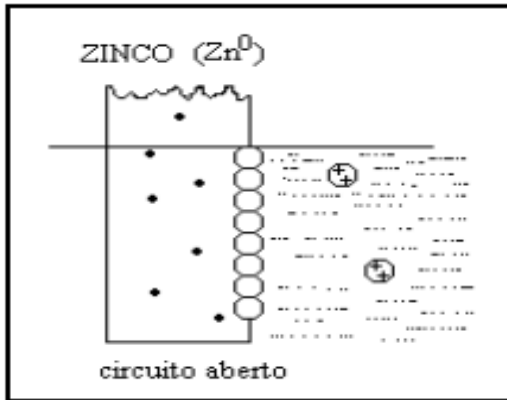


Figura 2: Não há oxidação

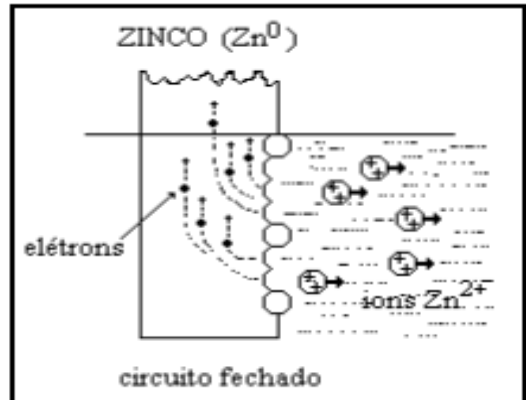


Figura 3: Há oxidação

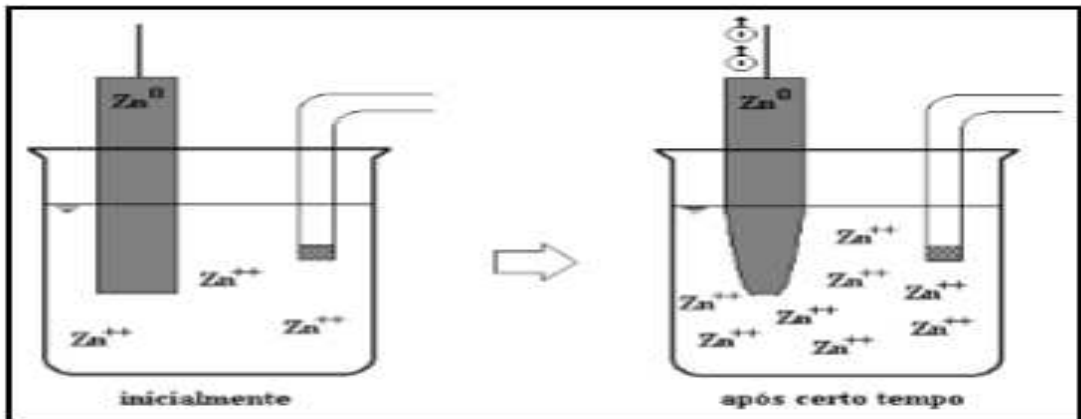


Figura 4: Eletrodo de zinco, com o circuito já fechado

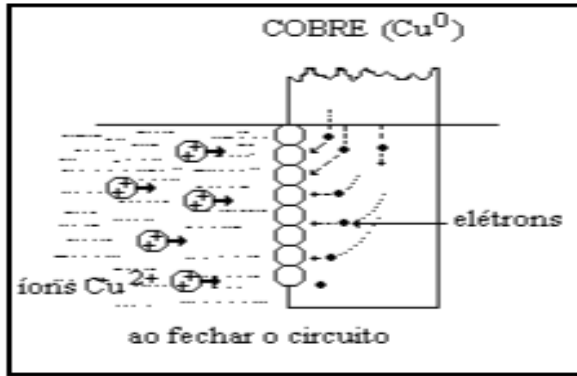


Figura 5: Não há redução

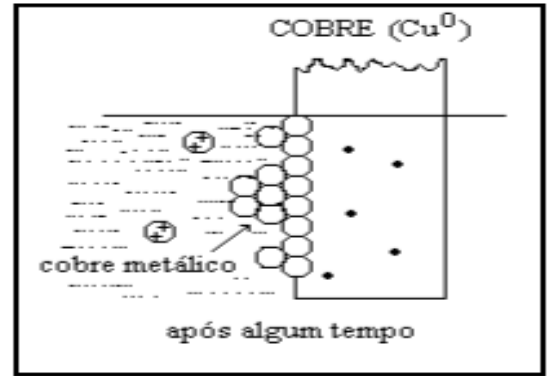


Figura 6: Há redução

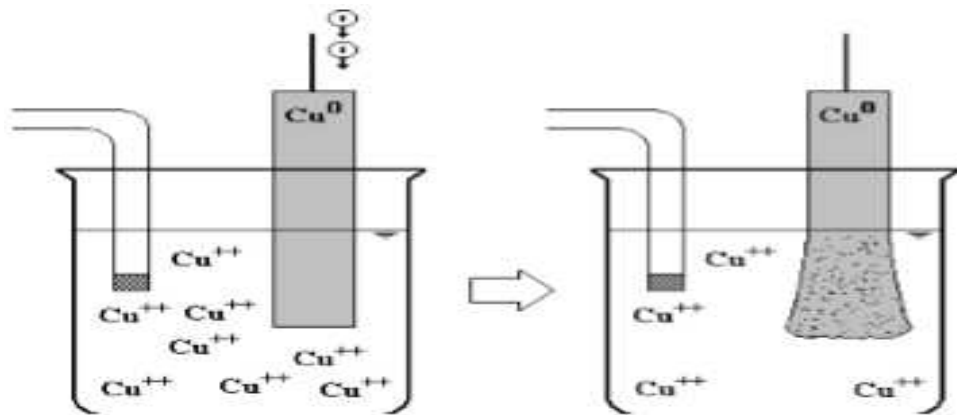


Figura 7: Eletrodo de cobre, com o circuito já fechado.

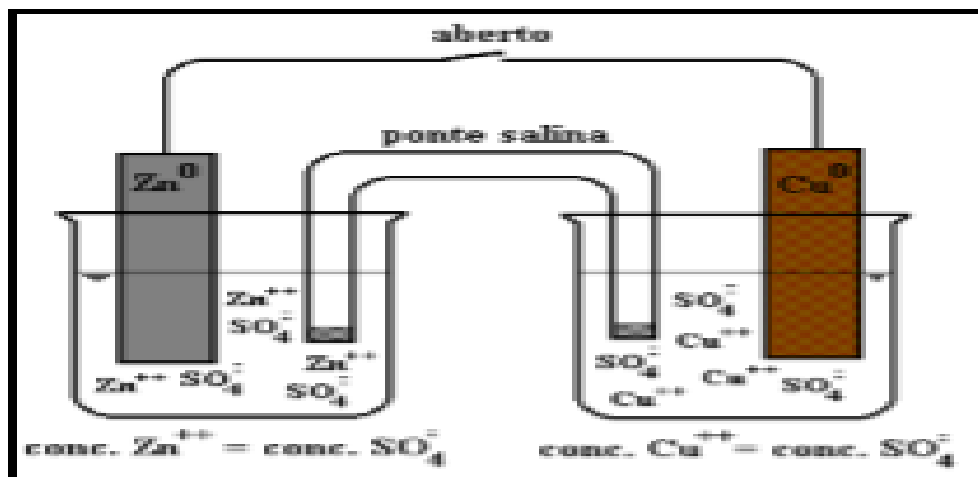


Figura 8: Circuito aberto

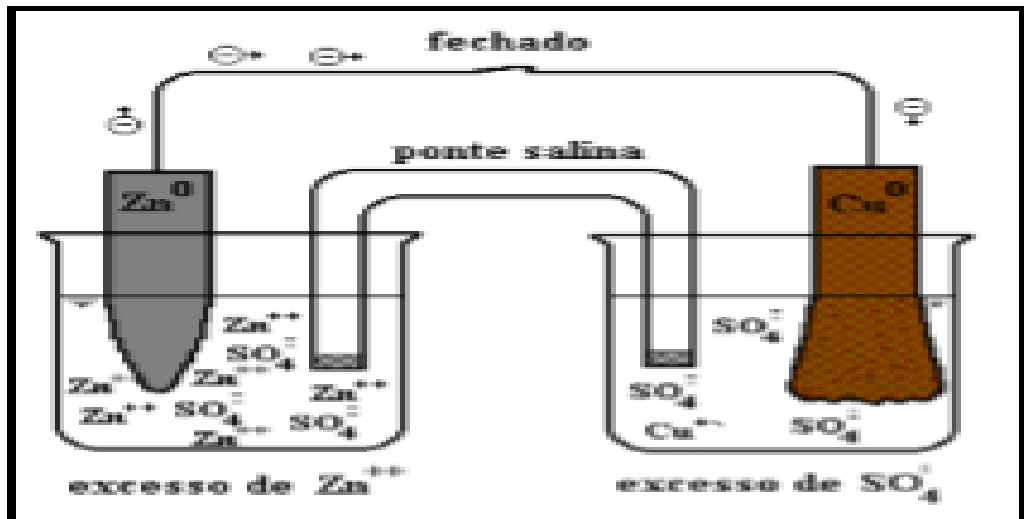


Figura 9: Circuito fechado

Posteriormente, será discutida uma simulação do site do RIVED, sendo a mesma sugerida por um cursista. A licenciada desta que não entendeu o recurso e que teria a curiosidade de entender a simulação.

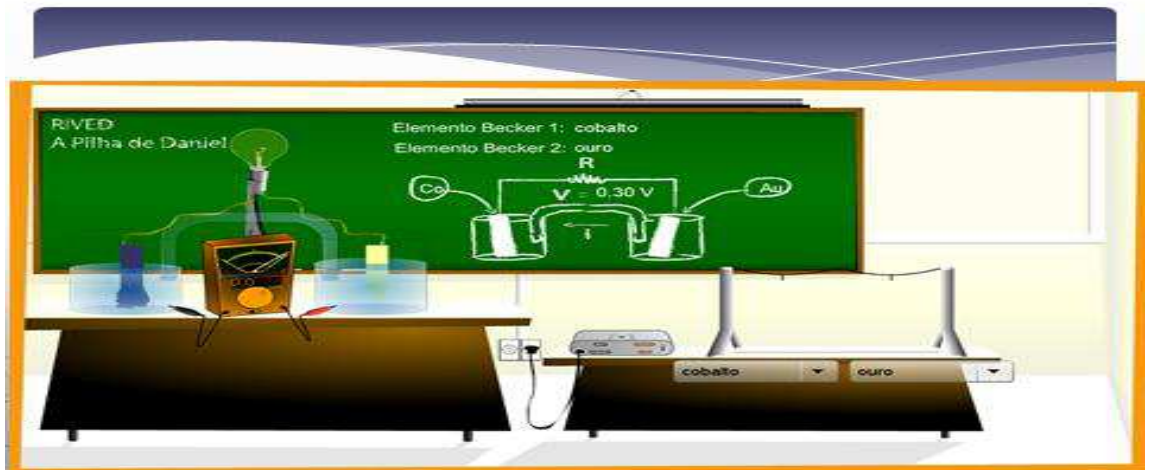
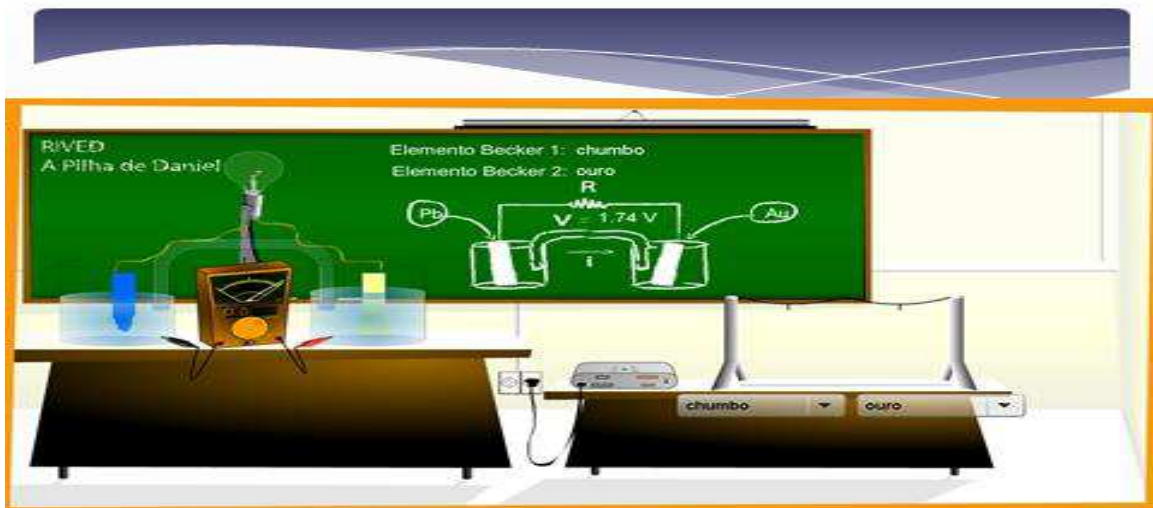
<http://portal.dopprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/18002/pilha.swf>

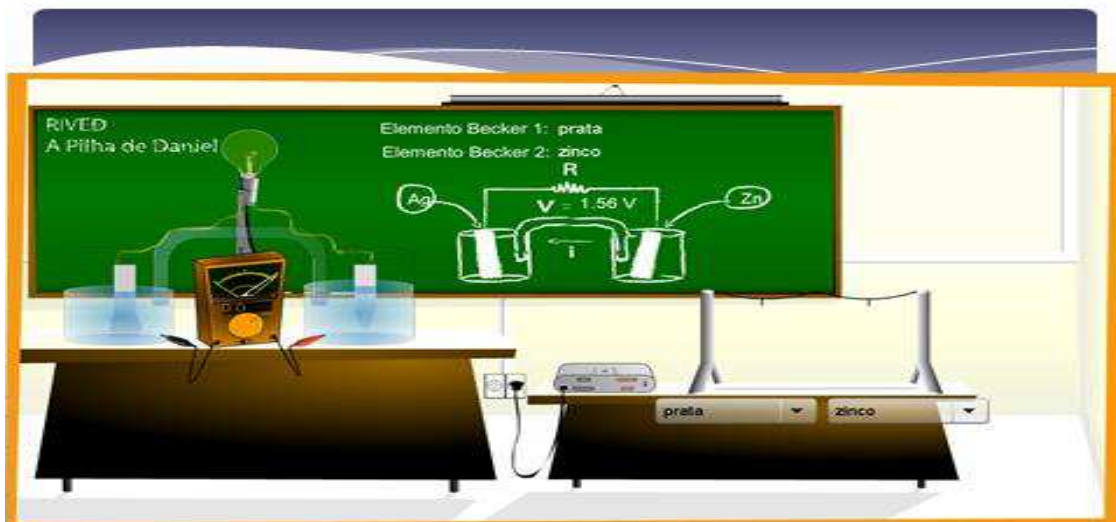
rived

A PILHA DE DANIEL

Bem-vindo à Pilha de Daniel.
Neste módulo você
experimentará a sensação de
construir uma réplica da pilha
clássica de Daniel.

	As barras representam cada metal que será utilizado na montagem da pilha. Para funcionar a pilha, arraste cada
	Arraste para os béckers as barras, cada barra em um bécker.
	Para medir a voltagem arraste a ponta do voltímetro para o fio que está ligado na barra metálica, repita para a outra
	Toda vez que você esquecer a função de cada item, basta clicar na tela acima do quadro, e quando ela abrir, clicar no





Ânodo

Substância metálica
que sofre oxidação / Cation que
se forma

Cátodo

Cation que
sofre redução / Substância metálica
que se forma

$$\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{eletrodo que recebe e}^-} - E^\circ_{\text{eletrodo que perde e}^-}$$

ou

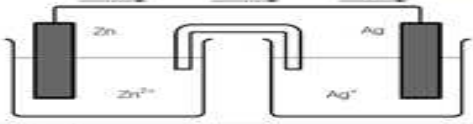
$$\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ânodo}}$$

Potenciais-padrão de redução e de oxidação						
Potenciais de redução					Potenciais e oxidação	
-3,045	Li	\rightleftharpoons	Li^+	+	$1 e^-$	+3,045
-2,925	Rb	\rightleftharpoons	Rb^+	+	$1 e^-$	+2,925
-2,924	K	\rightleftharpoons	K^+	+	$1 e^-$	+2,924
-2,923	Cs	\rightleftharpoons	Cs^+	+	$1 e^-$	+2,923
-2,92	Ra	\rightleftharpoons	Ra^{2+}	+	$2 e^-$	+2,92
-2,90	Ba	\rightleftharpoons	Ba^{2+}	+	$2 e^-$	+2,90
-2,89	Sr	\rightleftharpoons	Sr^{2+}	+	$2 e^-$	+2,89
-2,87	Ca	\rightleftharpoons	Ca^{2+}	+	$2 e^-$	+2,87
-2,71	Na	\rightleftharpoons	Na^+	+	$1 e^-$	+2,71
-2,375	Mg	\rightleftharpoons	Mg^{2+}	+	$2 e^-$	+2,375
-1,87	Be	\rightleftharpoons	Be^{2+}	+	$2 e^-$	+1,87
-1,66	Al	\rightleftharpoons	Al^{3+}	+	$3 e^-$	+1,66
-1,18	Mn	\rightleftharpoons	Mn^{2+}	+	$2 e^-$	+1,18
-0,76	Zn	\rightleftharpoons	Zn^{2+}	+	$2 e^-$	+0,76
-0,74	Cr	\rightleftharpoons	Cr^{3+}	+	$3 e^-$	+0,74
-0,48	S^0	\rightleftharpoons	S	+	$2 e^-$	+0,48
-0,44	Fe	\rightleftharpoons	Fe^{2+}	+	$2 e^-$	+0,44
-0,403	Cd	\rightleftharpoons	Cd^{2+}	+	$2 e^-$	+0,403
-0,28	Co	\rightleftharpoons	Co^{2+}	+	$2 e^-$	+0,28
-0,24	Ni	\rightleftharpoons	Ni^{2+}	+	$2 e^-$	+0,24
-0,14	Sn	\rightleftharpoons	Sn^{2+}	+	$2 e^-$	+0,14
-0,13	Pb	\rightleftharpoons	Pb^{2+}	+	$2 e^-$	+0,13
-0,036	Fe	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	$3 e^-$	+0,036
0,000	$\text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	\rightleftharpoons	$2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2 e^-$			0,000
+0,15	Cu	\rightleftharpoons	Cu^+	+	$1 e^-$	-0,15
+0,15	Sn^{2+}	\rightleftharpoons	Sn^{4+}	+	$2 e^-$	-0,15
+0,337	Cu	\rightleftharpoons	Cu^{2+}	+	$2 e^-$	-0,337
+0,40	2OH^-	\rightleftharpoons	$1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 e^-$			-0,40
+0,54	I^-	\rightleftharpoons	I_2	+	$2 e^-$	-0,54
+0,77	Fe^{2+}	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	$1 e^-$	-0,77
+0,80	Ag	\rightleftharpoons	Ag^+	+	$1 e^-$	-0,80
+0,85	Hg	\rightleftharpoons	Hg^{2+}	+	$2 e^-$	-0,85
+0,88	2OH^-	\rightleftharpoons	H_2O_2	+	$2 e^-$	-0,88
+1,07	2Br^-	\rightleftharpoons	Br_2	+	$2 e^-$	-1,07
+1,36	2Cl^-	\rightleftharpoons	Cl_2	+	$2 e^-$	-1,36
+1,41	Au^+	\rightleftharpoons	Au^{3+}	+	$2 e^-$	-1,41
+1,50	Au	\rightleftharpoons	Au^{3+}	+	$3 e^-$	-1,50
+1,84	Co^{2+}	\rightleftharpoons	Co^{3+}	+	$1 e^-$	-1,84
+2,87	2F^-	\rightleftharpoons	F_2	+	$2 e^-$	-2,87

Fonte: Fonseca (2013, pág. 275).

Será retomada a resolução de uma questão da atividade avaliativa, proposta no segundo encontro.

O esquema abaixo representa uma célula galvânica (pilha), ressaltando o sentido de movimentação dos elétrons.



Considerando os potenciais de semicela:
 $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) \quad E^{\circ} = -0,76 \text{ V}$
 $\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) \quad E^{\circ} = +0,80 \text{ V}$

a) Qual dos eletrodos é o ânodo? Qual é o cátodo?
 b) Qual dos eletrodos é o polo negativo? E o positivo?
 c) Qual espécie química é oxidada? E qual é a reduzida?
 d) Equacione a semirreação anódica.
 e) Equacione a semirreação catódica.
 f) Equacione a reação global da pilha.
 g) Calcule o valor de ΔE° para essa pilha. (Dados: $\Delta E^{\circ} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ânodo}}$)

E para finalizar os alunos devem avaliar o curso.

Avaliação

Por meio das atividades propostas no decorrer do curso.

Recursos didáticos

Data- show, computador e material xerografado.

Referência bibliográfica

FELTRE, R. **Química**. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, v. 2.

FONSECA, M. R. M. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v. 2.

GEPEQ - **Introdução e Transformações**. Química - Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 1999, v. 1 e 2.

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A.R. Eletroquímica para o ensino médio (série propostas para o ensino de química). Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2012, v. 2 (Coleção Projeto VOAZ).

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (org). **Química Cidadã**. 2ª ed. São Paulo: AJS, 2013, v. 2.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
MESTRADO PROFISSIONAL
MESTRANDA: Tatiane Aparecida Silva Rocha
ORIENTADORA: Alexandra Epoglou



Curso: Repensando uma sequência didática sobre o conteúdo de Eletroquímica

Participante: _____

Avaliação – 6º Encontro

1- As informações e atividades realizadas no curso contribuiram para que você:
(Marque somente as alternativas pertinentes)

() Aprendesse conhecimentos novos de eletroquímica. Quais?

() Apenas revisse o que já sabia.

() Modificasse / ampliasse a sua visão de eletroquímica. Em quê?

() Sentisse mais facilidade em discutir os conhecimentos para os alunos. Como?

2- Em sua opinião se este curso fosse oferecido no próximo semestre o que poderia ser melhorado?

APÊNDICE 11 - Plano de aula elaborado pelos futuros professores em relação ao conteúdo de Eletroquímica

L1:

Modelo- Sequência Didática

1. Dados de identificação:

1.1. Escola: Escola Estadual Helena Savassi

1.2. Professora: L1

1.3. Disciplina: Química

1.4. Série: 2º ano

1.5. Data: Maio de 2016

1.6. Duração: 50 minutos

2. Tema Central: Eletroquímica

3. Objetivos: Apresentar aos alunos a aplicação da eletroquímica.

4. Conteúdos: Eletroquímica: Celas galvânicas e células eletrolíticas

5. Pré-requisitos: Processo de oxirredução

6. Atividades de aprendizagem:

Aula 1. Levantamento das concepções prévias sobre o que é eletroquímica.

Aula 2. Estudo das células eletroquímicas.

Aula 3. Estudo das células galvânicas (pilhas e baterias).

Passar o Vídeo:

Pilha de Daniel: <https://www.youtube.com/watch?v=8Qxu_Pq8Ms>. (2:35 min.).

Discutir com os alunos:

- funcionamento da pilha de Daniel;

- o papel da ponte salina.

Aula 4. Aplicar um experimento com base no vídeo:

Pilha de refrigerante. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GaZF19OoKLS&feature=related>>. Acesso em: Maio de 2016.

(Testar com voltímetro, laser, relógio).

Aula 5. Aplicar uma simulação:

A pilha de Daniel. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/18002/pilha.swf>>. Acesso em: Maio de 2016.

Aula 6. Nomenclatura dos eletrodos em uma cela galvânica.

Cátodo, redução, ânodo, oxidação.

Aula 7 . Aplicação de tabelas de potenciais-padrão.

Aula 8. Exercícios.

Aula 9. Força eletromotriz.

Aula 10. Força de oxidantes e redutores.

Aula 11. Espontaneidade das reações de oxirredução.

Aula 12. Exercícios.

Aula 13: Corrosão dos metais.

Aulas 14 e 15: Passar um texto para os alunos lerem sobre o impacto ambiental gerado pelo descarte de pilhas e das baterias no ambiente. E fazermos uma discussão sobre o mesmo.

Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>>. Acesso em: Maio de 2016.

Aula 16: Avaliação da aprendizagem.

6.3. Atividade de avaliação: Aula 16.

7. Recursos didáticos:

Quadro e giz; Experimento; Sala de informática; Vídeo; Datashow; Som.

8. Referências Bibliográficas:

PERRUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química uma abordagem do cotidiano**, 4ª Ed. São Paulo: 2006, Vol. 2, p. 118-190.

Portal do professor. Disponível em: < <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>. Acesso em: Maio de 2016.

Projeto RIVED. Disponível em: < <http://rived.mec.gov.br/>>. Acesso em: Maio de 2016.

SECRETARIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **CBC - Química Ensino Médio**, p.1-72.

L2:

Universidade Federal

Escola Estadual Paulo Freire

Disciplina: Química

Professora: L2

Matéria: Oxidação e redução

Objetivo: Introduzir o conteúdo de eletroquímica, tendo como sequência o conteúdo de oxidação e redução e reconhecer seus principais processos.

Pré- requisito: Balanceamento

Aplicação do conteúdo: Introduzir no quadro alguns conceitos de oxidação e redução, e na mesma aula fazer um experimento alternativo e demonstrativo para melhor entendimento dos alunos, como sugestão de experimento uma pilha usando placas de cobre e zinco e o meio aquoso poderia ser um refrigerante de cola (Coca-Cola).

Na aula seguinte poderia ser aplicado um pequeno questionário para discussão e esclarecimento de dúvidas.

L4:

Sequência Didática - Eletroquímica

1. Dados de identificação:

1.1. Escola: Escola Municipal Attico Chassot

1.2. Professor: L4

1.3. Disciplina: Química

1.4. Série: 2º ano

1.5. Data: fevereiro e março de 2017

1.6. Duração: 16 aulas de 50 min.

2. Tema Central: Eletroquímica

3. Objetivos:

4. Conteúdos:

5. Pré-requisitos: Modelos atômicos, ligações metálicas, oxirredução, teoria de ionização/dissociação.

6. Atividades de aprendizagem:

Aula 1: Revisão: Ligas metálicas/ ligações metálicas

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático; quadro.

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 218 a 227) com explicações necessárias no quadro revisando ligas metálicas e ligações metálicas.

Aula 2: Número de Oxirredução (Nox)

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático; quadro.

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 230 e 234) com explicações necessárias no quadro trazendo o conceito de Nox. Passar um texto e uma tabela no quadro para os alunos preencherem no caderno ao final da aula:

Número de Oxidação (Nox): É um número que indica a quantidade de _____ que foram ganhos (indicado por um expoente _____) ou _____ (indicado por um expoente _____) por uma espécie química.

Nox	Espécies químicas
	Li, K, Na, Ag, H
	F, Cl, Br, I (à direita) e O (H ₂ O ₂)
	Be, Mg, Ca, Zn, Ba
	S (à direita) e O
	Al

Aula 3: Exercícios de Nox.

Tempo: 50 min

Recursos: lista de exercícios 1 (1ª avaliação); quadro.

Descrição: Passar uma lista de exercícios para os alunos sobre o que foi abordado na aula anterior para ser entregue ao final da aula (em dupla). A opção em usar o horário da aula é ter um espaço para tirar dúvidas sobre o que foi trabalhado até então a partir dos exercícios.

Aula 4: Reações de oxirredução

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático; quadro.

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 228 e 229, 234 a 236) com explicações necessárias no quadro trazendo os conceitos relacionados a reações de oxirredução. Passar um texto no quadro para os alunos preencherem no caderno ao final da aula:

Reações de oxirredução são reação química onde ocorre _____ entre duas espécies químicas o que pode ser determinado pela variação no _____.
 Numa reação de oxirredução sempre há perda e ganho de elétrons, pois os que são perdidos por um átomo, íon ou molécula são imediatamente recebidos por outros. A perda de elétrons é chamada de _____ e o ganho de elétrons é chamado de _____.
 Na oxidação, o número de oxidação (Nox) do elemento _____ (pois ele perde elétrons). Na redução, o número de oxidação (Nox) _____ (pois o elemento ganha elétrons).
 Agente _____ é o responsável por causar a oxidação de um dos compostos da reação, esse agente oxidante possui o elemento que vai ganhar elétrons, ou seja sofrerá _____.
 Agente _____ é a substância que age causando a redução de um dos compostos da

reação, o agente redutor será a fonte dos elétrons perdidos, liberados na reação ou seja sofrerá _____.

Aula 5: Exercícios de reações redox

Tempo: 50 min

Recursos: lista de exercícios 2 (2ª avaliação); quadro.

Descrição: Passar uma lista de exercícios para os alunos sobre o que foi abordado na aula anterior para ser entregue ao final da aula (em dupla). A opção em usar o horário da aula é ter um espaço para tirar dúvidas sobre o que foi trabalhado até então a partir dos exercícios.

Aula 6: Pilhas – problema ambiental e histórico

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 245 a 249) com explicações necessárias no quadro trabalhando com o conceito de pilha e quais contribuições históricas para o desenvolvimento deste conceito. Responderem no caderno os exercícios propostos no final do texto da p 244 em casa.

Aula 7: Pilhas eletroquímicas

Tempo: 50 min

Recurso: livro didático; quadro.

Descrição: Trabalhar o conceito de pilha eletroquímica com os alunos. Mostrar substâncias do cotidiano que podem ser usadas como pilha (demonstração: batata ou limão ligando uma calculadora). Falar sobre células combustíveis. Apoio: livro didático, p 259 a 266.

Aula 8: Pilhas eletroquímicas

Tempo: 50 min

Recurso: livro didático; quadro.

Descrição: Trabalhar pilha de Daniell e pilha cobre/ prata. Trabalhar representação de células eletroquímicas. Trabalhar conceito de ânodo e cátodo. Passar exercícios de fixação no caderno.

Aula 9: A Pilha de Daniell

Tempo: 50 min

Recursos: materiais de laboratório

Descrição: Montagem da Pilha de Daniell com os alunos em laboratório; cobrar relatório da atividade para a semana seguinte (3ª avaliação).

Aula 10: Exercícios de pilhas

Tempo: 50 min

Recursos: lista de exercícios 3 (4ª avaliação); quadro.

Descrição: Passar uma lista de exercícios para os alunos sobre o que foi abordado entre as aulas 6 e 9 para ser entregue ao final da aula (em dupla). A opção em usar o horário da aula é ter um espaço para tirar dúvidas sobre o que foi trabalhado até então a partir dos exercícios.

Aula 11: Potencial Padrão de Redução

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático; quadro.

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 2 a 2) com explicações necessárias no quadro trabalhando com o conceito de potencial padrão de redução. Entregar para cada aluno uma tabela de potenciais padrão de algumas semirreações para colar no caderno (será necessário para atividades posteriores).

Aula 12: Potencial Elétrico das Pilhas

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático; quadro.

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 254 a 259) com explicações necessárias no quadro trabalhando com o conceito de potencial elétrico das pilhas.

Aula 13: Eletrólise

Tempo: 50 min

Recursos: livro didático; quadro.

Descrição: Leitura junto aos alunos do texto do livro (p 272 a 279) com explicações necessárias no quadro trabalhando com o conceito de eletrólise.

Aula 14: Exercícios de potencial padrão de redução e potencial elétrico

Tempo: 50 min

Recursos: lista de exercícios 4 (5ª avaliação); quadro.

Descrição: Passar uma lista de exercícios para os alunos sobre o que foi abordado entre as aulas 12 e 13 para ser entregue ao final da aula (em dupla). A opção em usar o horário da aula é ter um espaço para tirar dúvidas sobre o que foi trabalhado até então a partir dos exercícios.

Aula 15: Tira-dúvidas pré-avaliação

Tempo: 50 min

Recursos: quadro.

Descrição: Aula destinada aos alunos tirarem todas as dúvidas remanescentes da matéria com o professor antes da avaliação da aula seguinte.

Aula 16: Avaliação mensal (ou bimestral, dependendo de como for o mês)

Tempo: 50 min

Recursos: Avaliação

Descrição: Avaliação final de 8 exercícios sobre toda a sequência trabalhada.

7. Recursos didáticos:

Livro didático,

Quadro,

Laboratório de ciências,

Listas de exercícios.

8. Referências Bibliográficas:

Santos, W. L. P.; Mol, G. S. Química Cidadã, V. 3. Editora AJS, 2013, São Paulo.

L5

Plano de Aula (Construção de Pilhas)

1. Dados de Identificação

1.1. Escola:

1.2. Professor: L5

1.3. Disciplina: Química Ensino Médio

1.4. Série/Turma/Turno: 2º ano Matutino

1.5. Data: 02/08/2016

1.6. Duração: 1 hora/aula

2. Tema Central: Pilhas e baterias

3. Objetivos:

- Observar o funcionamento de uma pilha, medir a diferença de potencial (ddp) obtida através dela e avaliar o processo.

4. Conteúdos: *assuntos estudados nesta aula, dispostos em tópicos.*

- Montagem da pilha de Daniell
- Catodo e anodo
- Fluxo de elétrons e ponte salina

5. Atividades de aprendizagem:

- Será perguntado para os alunos, qual é a necessidade do uso de pilhas e baterias no cotidiano e como eles entendem o funcionamento no interior delas.

5.1. Atividade de desenvolvimento:

Construção de pilhas

Introdução

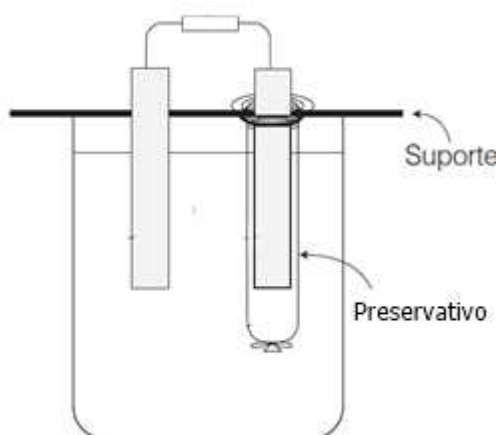
Em 1836, John Frederic Daniell (1790-1845), um químico inglês, construiu um dispositivo que produzia energia elétrica interligando eletrodos que eram constituídos por um metal imerso em uma solução de seus íons. Esse dispositivo constitui a base do funcionamento das pilhas que ainda hoje utilizamos e, em homenagem a Daniell, todas as pilhas que são constituídas apenas por metais e soluções de seus respectivos sais são denominadas pilhas de Daniell. Já imaginou um mundo onde não tivesse energia elétrica, ou ainda, que não pudesse ser armazenada energia, sem dispositivos eletrônicos que pudessem ser locomovidos, felizmente com o surgimento de pilhas e baterias foi possível o armazenamento da mesma.

Materiais:

- 1 preservativo masculino
- Elástico de silicone
- 1 béquer de 500 mL
- 2 béqueres de 100 mL
- 1 placa de cobre e 1 de zinco (lixadas)
- Cloreto de zinco (ZnCl_2)
- Sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- 1 garrafa plástica descartável
- 1 suporte de arame
- Multímetro

Mãos à obra:

O sistema que será utilizado, já está montado sobre a bancada, verifique se o preservativo está bem preso ao bocal, como na figura logo abaixo, preencha com água para ver se não está vazando, caso esteja, peça ajuda ao professor.



- Coloque a solução de cobre e a placa de zinco dentro do preservativo e a placa de cobre dentro da solução de zinco e anote o potencial.
- Descarte a solução de cobre que está dentro do preservativo, enxague as placas, coloque agora a placa em suas respectivas soluções e anote o potencial.
- Retire o preservativo, faça pequenos furos e torne a fazer a medida de potencial, anote.

Experimento 2

Materiais:

- 3 placas de cobre e 3 de zinco (lixadas)
- 6 tiras de papelão
- Solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluída
- Multímetro

Mãos à obra:

Monte a pilha com a seguinte sequência de empilhamento: placa de cobre, papelão seco, placa de zinco, papelão seco, e assim seguindo a sequência. Anote a diferença de potencial. Após a medição repita o procedimento, mas agora com o papelão encharcado da solução.

Responda:

- Qual a função da ponte salina?
- Quais são os polos positivos e negativos da pilha?

- Qual o sentido do fluxo de elétrons?
 - Em algum(ns) caso(s) não houve produção de energia, se sim, explique cada caso.
6. Recursos didáticos: Quadro-negro, materiais para construção da pilha.
7. Referências Bibliográficas:
- MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. Química: Ensino Médio. vº 1, ed. 2. São Paulo: Scipione, 2014.
 - HIOKA, N; MAIONCHI, F; RUBIO, D. A. R; GOTO, P. K; FERREIRA, O. P. Experimentos sobre pilhas e a composição de solos. Química Nova na Escola, nº 98, p. 36-39, 1998.

Plano de Aula (NOX)

1. Dados de Identificação
- 7.1. Escola:
- 7.2. Professor: L5
- 7.3. Disciplina: Química Ensino Médio
- 7.4. Série/Turma/Turno: 3º ano Matutino
- 7.5. Data: 03/05/2016
- 7.6. Duração: 1 hora/aula
8. Tema Central: Eletroquímica
9. Objetivos:
- Relacionar a movimentação de elétrons através da identificação de NOX.
10. Conteúdos: *assuntos estudados nesta aula, dispostos em tópicos.*
- Consolidar o conceito de número de oxidação (NOX);
 - Identificar a variação de NOX em reações de oxi-redução;
 - Conceituar oxidante e redutor;

- Relacionar o funcionamento do bafômetro com a variação do número de oxidação. Subprodutos de petróleo

11. Atividades de aprendizagem:

- Será feito um pequeno debate sobre o problema de acidentes de trânsito provocados pelo uso de bebidas alcoólicas, fornecendo dados estatísticos de números de acidente, disponíveis no site do Denatran.
- Depois perguntar aos alunos como um policial pode saber se o motorista ingeriu bebida alcoólica? Ao ser mencionado o bafômetro, pergunte aos alunos: Para que serve o bafômetro?
- Os alunos deverão responder que o bafômetro serve para determinar se uma pessoa ingeriu bebida alcoólica. Depois dessa resposta faça outra pergunta: Como o bafômetro pode determinar se uma pessoa ingeriu bebida alcoólica?

11.1. Atividade de desenvolvimento:



Na parte em que deverá ser calculado o número de NOX do ferro para o composto Fe_2O_3 os alunos irão observar a seguinte tela. E em cima dela irá ser trabalhado sobre o NOX assim como o cálculo.

LabVirt Simulação: Entendendo o Bafômetro

O número de oxidação corresponde à carga que determinada espécie teria se os elétrons de cada ligação fossem considerados pertencentes ao elemento mais eletronegativo da ligação.


Para seu cálculo, utilizamos algumas regras:

- O nox de cada átomo em uma substância simples é sempre zero
- O nox de um íon monoatômico é sempre igual à sua própria carga
- Existem elementos que apresentam nox fixo em seus compostos

	NOX
Metais alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)	_____ +1
Metais alcalino-terrosos (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)	_____ +2
Zinco (Zn)	_____ +2
Prata (Ag)	_____ +1
Alumínio (Al)	_____ +3

Hidrogênio	Oxigênio
Geralmente: H = +1	Geralmente: O = -2
Hidretos metálicos: H = -1	Peróxidos: (O ₂)-2: O = -1
	Com o flúor: O = +2

- A soma dos nox de todos os átomos constituintes de um composto iônico neutro é sempre zero.
- Num íon composto, a somatória dos nox é igual à carga do íon.

LabVirt 

Em seguida será colocada a reação que ocorreu no bafômetro:



Calcularemos o NOX de cada elemento e será feita uma comparação de produtos e reagentes, observando a variação do NOX, assim entendendo o funcionamento e a mudança de coloração no bafômetro. Será levado o experimento para demonstração da redução do permanganato de potássio com vitamina C e depois trabalhado o NOX e variação do NOX em função da cor, com a reação.

12. Recursos didáticos: Quadro-negro, giz e datashow.

13. Referências Bibliográficas:

- SANTOS, W; MÓL, GERSON. Química Cidadã, vol. 2, 2º ed. São Paulo: AJS, 2013.

- O bafômetro e o número de oxidação. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=273>>. Acesso em: 07/06/2016.

- Entendendo o bafômetro. Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_bafometro.htm>. Acesso em: 07/06/2016.

- O violeta que desaparece. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2011/11/o-violeta-que-desaparece-experiencia-de-quimica/>>. Acesso em: 07/06/2016.

Plano de Aula (Força eletromotriz)

1. Dados de Identificação

13.1. Escola:

13.2. Professor: L5

13.3. Disciplina: Química Ensino Médio

13.4. Série/Turma/Turno: 2º ano Matutino

13.5. Data: 04/05/2016

13.6. Duração: 4 horas/aula

14. Tema Central: Energia

15. Objetivos:

- Conceituar força eletromotriz e calcular de ddp através dos potenciais de redução-padrão.

16. Conteúdos: *assuntos estudados nesta aula, dispostos em tópicos.*

- Força eletromotriz
- Fatores que interferem na força eletromotriz
- Cálculo da força eletromotriz

17. Atividades de aprendizagem:

- Para iniciar a aula, perguntarei aos alunos se para saber a diferença de potencial em uma pilha (ddp) é necessário montá-la e medir, ou se apenas através de cálculo é possível descobrir a ddp que determinada pilha fornece.

17.1. Atividade de desenvolvimento:

Fatores que interferem na força eletromotriz de uma pilha

Quanto maior a diferença de potencial (ddp) dos eletrodos de uma pilha, maior será a intensidade de corrente elétrica produzida, portanto maior a força eletromotriz.

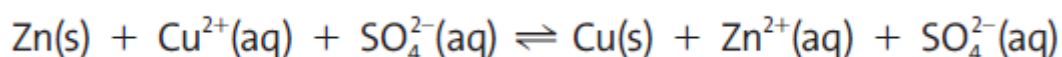
A força eletromotriz de uma pilha é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica produzida por essa pilha.

Além dos metais que constituem os eletrodos, as concentrações das soluções utilizadas e a temperatura também influenciam na diferença de potencial de uma pilha.

Concentração da solução

Teoricamente uma pilha deveria funcionar até que um dos reagentes fosse totalmente consumido. No caso da pilha de zinco e cobre, por exemplo, ela funcionaria até que a placa de zinco fosse totalmente dissolvida ou os cátions cobre na solução fossem todos transformados em cobre metálico.

Na prática isso não acontece porque a reação de oxirredução é reversível e tende a entrar em equilíbrio químico.



Quando a pilha começa a funcionar, a ddp da pilha é máxima porque a concentração de cátions cobre na solução é máxima, e isso faz com que a tendência de os átomos de zinco metálico cederem elétrons também seja máxima. Passado algum tempo, verifica-se que a ddp da pilha diminui porque a concentração de cátions cobre na solução diminuiu, assim como a tendência de os átomos de zinco metálico cederem elétrons.

Em determinado instante, a concentração de íons cobre na solução é tal que a capacidade de doar elétrons do zinco metálico passa a equivaler à capacidade de o cobre metálico doar elétrons para o cátion cobre.

Nesse instante é estabelecido o equilíbrio, e a ddp da pilha é zero. Quanto mais concentrada for a solução de sulfato de cobre e quanto mais diluída for a solução de sulfato de zinco, maior será o potencial da pilha, pois a reação vai se deslocar no sentido direto.

Temperatura

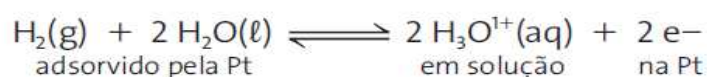
A variação da temperatura altera a taxa de desenvolvimento de reações em equilíbrio. Por isso, a variação de temperatura provoca variação na ddp da pilha, aumentando ou diminuindo a força eletromotriz, conforme os eletrodos envolvidos.

Medida do potencial-padrão de um eletrodo

Para quantificar a força eletromotriz de uma pilha, convencionou-se medir o potencial de cada eletrodo em relação a um eletrodo-padrão nas seguintes condições-padrão: eletrodo formado por um metal mergulhado em solução de concentração

- 1 mol/L de íons desse metal;
- temperatura de 25 °C ou 298 K;
- pressão de 1 atm.

O eletrodo escolhido como referência para servir de padrão de comparação para os demais foi o eletrodo de hidrogênio adsorvido em platina, em meio a uma solução de ácido sulfúrico que forneça uma concentração exata de íons $\text{H}_3\text{O}^{1+}_{(\text{aq})}$ igual a 1 mol/L. Nesse eletrodo ocorre o equilíbrio:



Por convenção, o potencial normal do hidrogênio, medido nas condições-padrão, tem valor zero. Assim, se interligarmos a um eletrodo de hidrogênio outro eletrodo de um metal **M** qualquer, pode remos medir seu potencial.

A medida do potencial de um eletrodo é feita por um voltímetro, aparelho que acusa a tensão elétrica ou a diferença de potencial entre dois eletrodos, assim como o sentido da corrente elétrica. Como o eletrodo de hidrogênio tem, por convenção, potencial igual a zero, a diferença de potencial acusada no voltímetro será o próprio potencial do eletrodo do metal **M**.

Cálculo da força eletromotriz

De posse desses valores experimentais, podemos calcular a força eletromotriz ou diferença de potencial (ddp) da pilha, no caso, por exemplo, constituída de zinco e cobre, observe:

$$\Delta E = E_{\text{redução do Cu}} - E_{\text{redução do Zn}}$$

$$\Delta E = 0,337 - (-0,76)$$

$$\Delta E = +1,097$$

$$\Delta E = 1,1 \text{ volt}$$

$$\Delta E = E_{\text{oxidação do Zn}} - E_{\text{oxidação do Cu}}$$

$$\Delta E = +0,76 - (-0,337)$$

$$\Delta E = +1,097$$

$$\Delta E = 1,1 \text{ volt}$$

Como uma pilha só se forma a partir de reações espontâneas, isto é, reações em que o sentido do fluxo de elétrons é do eletrodo mais reativo (menor potencial de redução e maior potencial de oxidação) para o menos reativo (maior potencial de redução e menor potencial de oxidação), a força eletromotriz será sempre um número positivo.

Caso o cálculo da força eletromotriz entre deter mi na dos eletrodos resulte em um número negativo, devemos concluir que a reação não é espontânea e não se forma pilha entre esses eletrodos.

A tabela a seguir fornece os valores de potencial-padrão de redução dos metais e de oxidação dos cátions formados por esses metais (em volts, a 1 atm e 25 °C) obtidos experimentalmente. Também fornece os valores de potencial-padrão de oxidação de alguns não metais (S, I, CL, Br e F) e os valores de potencial-padrão de redução dos ânions formador por esses ametais.

Potenciais-padrão de redução e de oxidação					
Potenciais de redução					Potenciais e oxidação
-3,043	Li	\rightleftharpoons	Li^+	+ 1e ⁻	+3,043
-2,925	Rb	\rightleftharpoons	Rb^+	+ 1e ⁻	+2,925
-2,924	K	\rightleftharpoons	K^+	+ 1e ⁻	+2,924
-2,923	Cs	\rightleftharpoons	Cs^+	+ 1e ⁻	+2,923
-2,92	Ba	\rightleftharpoons	Ba^{2+}	+ 2e ⁻	+2,92
-2,90	Ba	\rightleftharpoons	Ba^{2+}	+ 2e ⁻	+2,90
-2,89	Sr	\rightleftharpoons	Sr^{2+}	+ 2e ⁻	+2,89
-2,87	Ca	\rightleftharpoons	Ca^{2+}	+ 2e ⁻	+2,87
-2,71	Na	\rightleftharpoons	Na^+	+ 1e ⁻	+2,71
-2,375	Mg	\rightleftharpoons	Mg^{2+}	+ 2e ⁻	+2,375
-1,87	Be	\rightleftharpoons	Be^{2+}	+ 2e ⁻	+1,87
-1,66	Al	\rightleftharpoons	Al^{3+}	+ 3e ⁻	+1,66
-1,18	Mn	\rightleftharpoons	Mn^{2+}	+ 2e ⁻	+1,18
-0,76	Zn	\rightleftharpoons	Zn^{2+}	+ 2e ⁻	+0,76
-0,74	Cr	\rightleftharpoons	Cr^{3+}	+ 3e ⁻	+0,74
-0,48	S	\rightleftharpoons	S	+ 2e ⁻	+0,48
-0,44	Fe	\rightleftharpoons	Fe^{2+}	+ 2e ⁻	+0,44
-0,403	Cd	\rightleftharpoons	Cd^{2+}	+ 2e ⁻	+0,403
-0,28	Co	\rightleftharpoons	Co^{2+}	+ 2e ⁻	+0,28
-0,24	Ni	\rightleftharpoons	Ni^{2+}	+ 2e ⁻	+0,24
-0,14	Sn	\rightleftharpoons	Sn^{2+}	+ 2e ⁻	+0,14
-0,13	Pb	\rightleftharpoons	Pb^{2+}	+ 2e ⁻	+0,13
-0,036	Fe	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+ 3e ⁻	+0,036
0,000	$H_2(g) + 2H_2O(l)$	\rightleftharpoons	$2H_3O^+(aq) + 2e^-$		0,000
+0,15	Cu	\rightleftharpoons	Cu^+	+ 1e ⁻	-0,15
+0,15	Sn ⁴⁺	\rightleftharpoons	Sn^{2+}	+ 2e ⁻	-0,15
+0,337	Cu	\rightleftharpoons	Cu^{2+}	+ 2e ⁻	-0,337
+0,40	$2OH^-$	\rightleftharpoons	$1/2 O_2 + H_2O + 2e^-$		-0,40
+0,54	I_2	\rightleftharpoons	I_2	+ 2e ⁻	-0,54
+0,77	Fe^{3+}	\rightleftharpoons	Fe^{2+}	+ 1e ⁻	-0,77
+0,80	Ag	\rightleftharpoons	Ag^+	+ 1e ⁻	-0,80
+0,85	Hg	\rightleftharpoons	Hg^{2+}	+ 2e ⁻	-0,85
+0,88	$2OH^-$	\rightleftharpoons	$H_2O_2 + 2e^-$		-0,88
+1,07	$2Br^-$	\rightleftharpoons	Br_2	+ 2e ⁻	-1,07
+1,36	$2Cl^-$	\rightleftharpoons	Cl_2	+ 2e ⁻	-1,36
+1,41	Au^-	\rightleftharpoons	Au^+	+ 2e ⁻	-1,41
+1,50	Au	\rightleftharpoons	Au^{3+}	+ 3e ⁻	-1,50
+1,84	Co^{3+}	\rightleftharpoons	Co^{2+}	+ 1e ⁻	-1,84
+2,87	F_2	\rightleftharpoons	F_2	+ 2e ⁻	-2,87

Fonte: IUPAC (1973), Ames W., BOCKRIS, George W., RICHARDSON, George W., Química estrutural e eletroquímica, Rio de Janeiro: LTC, 1997.

Fonte: Reis (2013, p. 275)

18. Recursos didáticos: Quadro-negro, giz.

19. Referências Bibliográficas:

- SANTOS, W; MÓL, GERSON. Química Cidadã, vol. 3, 2º ed. São Paulo: AJS, p. 273-276, 2013.

Plano de Aula (Eletrólise e Galvanização)

1. Dados de Identificação

19.1. Escola:

19.2. Professor: L5

19.3. Disciplina: Química Ensino Médio

19.4. Série/Turma/Turno: 2º ano Matutino

19.5. Data: 14/09/2016

19.6. Duração: 5h/aula

20. Tema Central: Eletroquímica

21. Objetivos:

- Entender os princípios da eletrólise e utilização comercial, bem como aplicação da galvanização também.

22. Conteúdos: *assuntos estudados nesta aula, dispostos em tópicos.*

- Eletrólise
- Galvanização

23. Atividades de aprendizagem:

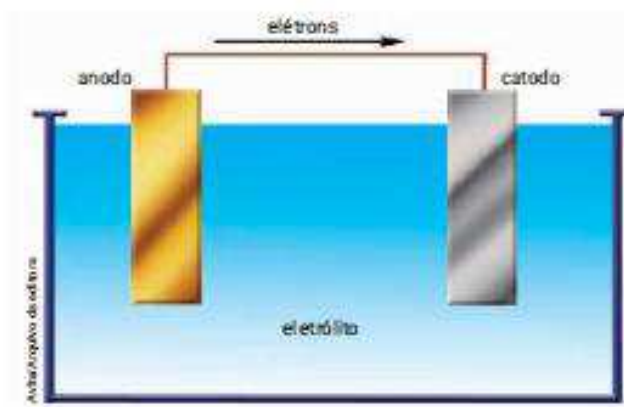
- A aula será iniciada sendo perguntado para os alunos o que seria feito se todo o metal que temos na nossa casa não pudesse ser protegido, o que pode ser feito para protegê-lo.

23.1. Atividade de desenvolvimento:

Eletrólise

A eletrólise é outro exemplo de reação de oxirredução que se passa numa célula eletroquímica, a exemplo do que ocorre com as pilhas e baterias. Ao contrário dessas, nas

quais a energia elétrica é produzida, pois a reação de oxirredução é espontânea, no caso da eletrólise é necessário o fornecimento de energia para que a reação ocorra, pois ela não é espontânea. Para melhorar nossa compreensão desses sistemas, vamos discutir alguns conceitos. Uma célula eletroquímica é normalmente composta por dois eletrodos, onde vão ocorrer as duas semirreações: uma de oxidação e outra de redução. O eletrodo no qual ocorre a oxidação é chamado de anodo. O eletrodo em que ocorre a redução, catodo. Além desses eletrodos, a célula é composta ainda por um eletrólito, que é o meio (geralmente uma solução) em que estão imersos os eletrodos e é responsável pela condução da corrente elétrica, na forma de íons, do anodo para o catodo. Para fechar o circuito, há ainda uma ligação entre os eletrodos, por onde os elétrons migram do anodo para o catodo.



Alguns exemplos que envolvem o uso da eletrólise para obtenção de materiais

Todos os dias, direta ou indiretamente, nossas vidas estão relacionadas a produtos de reações de eletrólise. Na maioria das cidades, em que a água é tratada, utiliza-se cloro para matar as bactérias. O cloro elementar não existe livre na natureza e é obtido por um processo de eletrólise.

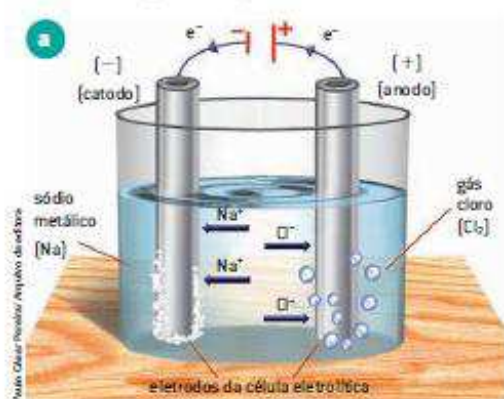
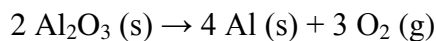


Figura 5.47
a) O cloro é obtido por eletrólise do NaCl, o sal de cozinha.
b) Imagem em microscopia eletrônica do cristal de NaCl.



Muitos dos metais que utilizamos são obtidos através da eletrólise. Quantidades comerciais de alumínio são produzidas por meio da eletrólise de óxido de alumínio (Al_2O_3). Esta reação de obtenção do alumínio pode ser representada pela seguinte equação:



O óxido de alumínio é obtido pelo processamento da bauxita, um minério de alumínio.

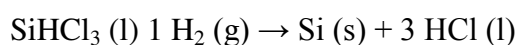


Figura 5.49
Produção de alumínio.

Até pouco tempo, na fabricação de automóveis, vários acessórios, como os para-choques de aço, eram revestidos de cromo. Esse revestimento era feito por eletrodeposição, não só para o embelezamento das peças, mas também para sua proteção contra a corrosão. As peças cromadas em para-choques de aço praticamente desapareceram dos automóveis modernos.

Foram substituídas por outras feitas de material plástico. No entanto, a cromagem de peças de aço continua a ser usada para produzir peças resistentes a corrosão, para uso em móveis, eletrodomésticos, etc.

Uma forma muito pura do silício, necessária para a produção de chips de computadores, é também obtida a partir de uma reação de oxirredução entre triclorosilano (SiHCl_3) e hidrogênio de alta pureza, e pode ser representada pela seguinte equação:



Investigação sobre a corrosão do ferro

A corrosão do ferro ocasiona anualmente enormes prejuízos financeiros para a sociedade. Mas quais são os fatores responsáveis por essa perda e o que se pode fazer para reduzi-la? “Corrosão” é um termo genérico aplicado aos processos pelos quais os metais são transformados em óxidos ou outros compostos. Isso provoca a deterioração gradativa dos metais. Embora mecanismos associados à corrosão do ferro não estejam ainda completamente esclarecidos, é certo que envolvem oxidação por meio de agentes oxidantes.



Galvanoplastia

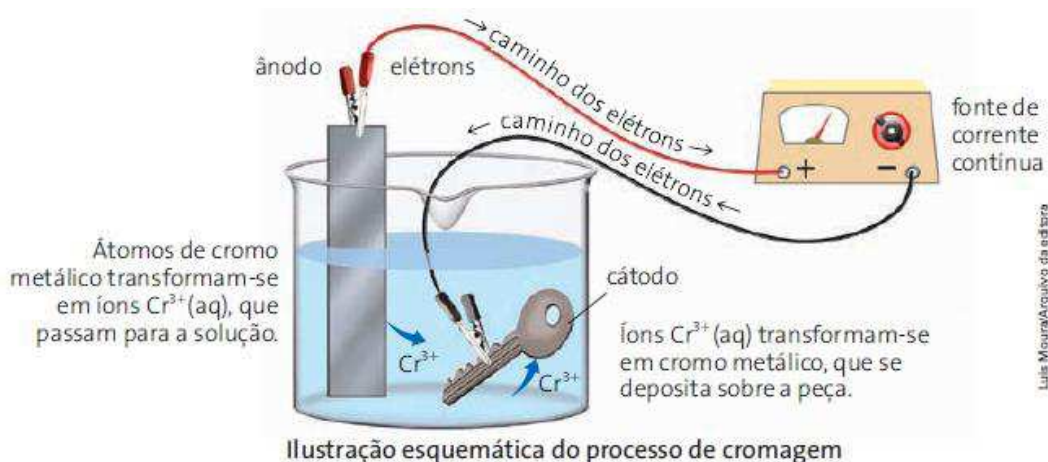
A galvanoplastia (nome que homenageia o cientista Luigi Galvani), além de ter a função de proteger peças metálicas da ação corrosiva do ambiente, também as torna mais bonitas já que, muitas vezes, elas passam a ter a mesma aparência de metais nobres cobiçados (como prata e ouro). Procede-se, assim, a niquelação, a cromação, a prateação, a douração, etc.

A galvanoplastia é uma técnica que permite dar um revestimento metálico a uma peça, colocando-a como cátodo (polo negativo) em um circuito de eletrólise.

Para isso, é necessário que a peça em questão seja feita de um material condutor ou que tenha recebido um tratamento que a torne condutora, por exemplo, peças de plástico podem se tornar condutoras se forem cobertas com uma camada de metal pulverizado. O ânodo (eletrodo positivo) é constituído de uma placa do metal que vai revestir a peça, e a solução aquosa (banho eletrolítico) deve conter um sal desse metal. O cátodo (eletrodo negativo) é formado pela própria peça que se quer revestir.

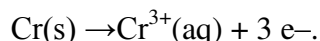
Como é feita a cromagem de uma peça?

Para fazer a cromagem de uma peça é necessário limpá-la com um solvente para desengordurá-la e em seguida dar um banho de ácido para eliminar pontos de oxidação. Após esse tratamento, a peça vai receber um revestimento de cobre e, sobre esse, um revestimento de níquel. Por fim, receberá o revestimento de cromo, que dará um acabamento brilhante e resistente a riscos. De um modo bem resumido, podemos considerar o esquema montado abaixo para a cromagem de uma peça que recebeu previamente os tratamentos indicados.

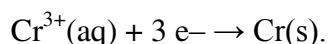


O ânodo, eletrodo positivo, é constituído de uma placa de cromo metálico, $\text{Cr}(s)$, o metal escolhido para o revestimento.

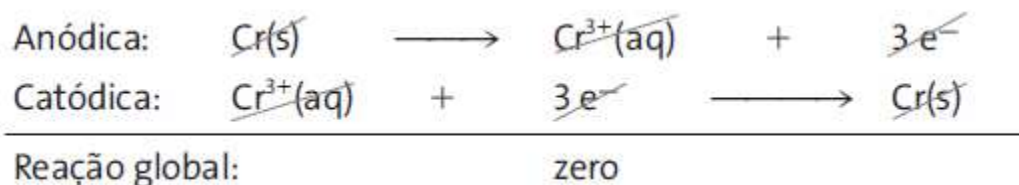
- A solução aquosa é de um sal solúvel de cromo; por exemplo, sulfato de cromo III, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(aq)$.
- O cátodo, eletrodo negativo, é a peça em questão.
- No ânodo, haverá oxidação do cromo metálico, e a placa sofrerá uma dissolução:



- No cátodo, haverá redução do cátion $\text{Cr}^{3+}(aq)$ e deposição de cromo metálico sobre a peça:



Somando-se as equações de oxirredução:



O resultado zero como reação global indica que não houve transformação química, apenas transporte de cromo do ânodo para o cátodo.

Note que a espessura e a qualidade do revestimento metálico numa peça dependem de uma série de fatores, entre os quais podemos destacar: temperatura, voltagem aplicada, concentração e tipo de íons em solução, tempo de duração do processo, compatibilidade entre o metal que vai revestir a peça e o material do qual a peça é constituída. É comum que uma peça de determinado material receba vários revestimentos de metais diferentes, até se obter um acabamento de qualidade com o metal desejado.

Recursos didáticos: Quadro-negro, giz.

24. Referências Bibliográficas:

- REIS, M. Química. v. 2. 1ª ed. São Paulo: Ática, p. 307-308, 2013.
- MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. Química: Ensino Médio. vº 1, ed. 2. São Paulo: Scipione, p. 233-240, 2014.

Plano de Aula (Descarte de pilhas e baterias)

1. Dados de Identificação

24.1. Escola:

24.2. Professor: L5

24.3. Disciplina: Química Ensino Médio

24.4. Série/Turma/Turno: 2º ano Matutino

24.5. Data: 08/09/2016

24.6. Duração: 3h/aula

25. Tema Central: Eletroquímica

26. Objetivos:

- Compreender a importância e os riscos acompanhados do descarte incorreto de pilhas e baterias

27. Conteúdos: *assuntos estudados nesta aula, dispostos em tópicos.*

- Descarte de pilhas e baterias
- Reciclagem e locais que ocorrem descartes

28. Atividades de aprendizagem:

- Iniciarei a aula perguntando como eles fazem o descarte e se acreditam que seja a forma correta. Caso não, citar exemplos.

28.1. Atividade de desenvolvimento:

Descarte de pilhas e baterias

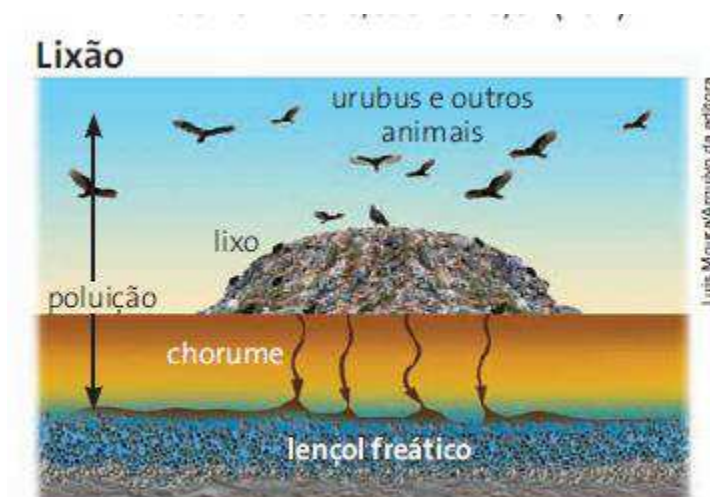
Qual o caminho percorrido pela pilha ou bateria que descartamos no lixo doméstico?

Acompanhe:

Os caminhões da prefeitura coletam o lixo doméstico da cidade e o levam para uma estação de transbordo, ou seja, um ponto intermediário entre a coleta e a destinação final. Da estação de transbordo, o lixo pode ir para um vazadouro, um aterro controlado ou, o que seria ideal, um aterro sanitário.

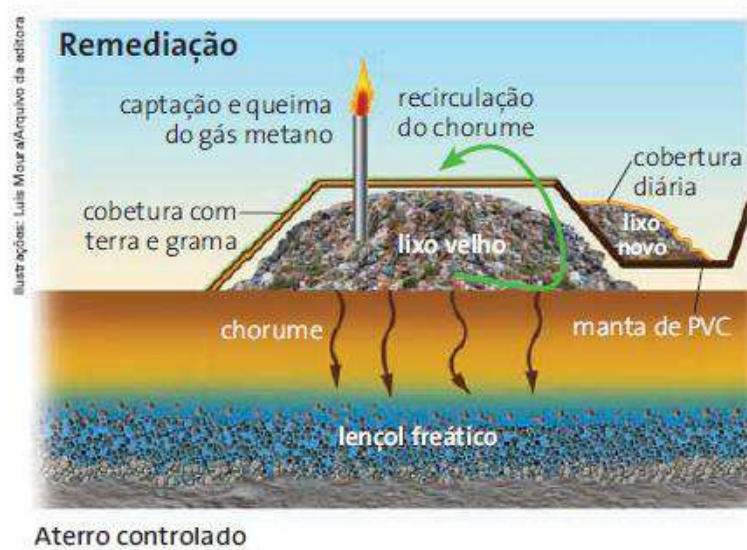
Lixão – vazadouro

- Não há nenhuma preparação prévia do solo para receber o lixo.
- O chorume (líquido preto que escorre do lixo) penetra na terra e pode atingir o lençol freático levando substâncias contaminantes.
- O lixo fica a céu aberto e o gás metano formado na decomposição de restos orgânicos polui o ar.
- Mau cheiro intenso.
- Presença de catadores, adultos e crianças.
- Presença de aves, ratos, baratas, moscas e até criações para abate, como porcos e galinhas.



Aterro controlado

- Remediação do lixão.
- Em geral, recebe uma cobertura de argila e grama e uma manta de PVC na área adjacente.
- Instalação de dutos para captação do gás metano.
- Recirculação do chorume que é coletado e levado para cima da pilha de lixo.
- O lixo passa a receber uma cobertura de terra.



Aterro sanitário

- O solo é nivelado e impermeabilizado (com manta de PVC e argila), o que o torna preparado para receber o lixo.
- O chorume é coletado e enviado para uma estação de tratamento antes de ser lançado ao meio ambiente.
- O gás metano é captado e queimado no local.
- O lixo nunca fica exposto, recebendo uma cobertura diária de terra.
- Não há mau cheiro.
- Não há catadores.
- Não há proliferação de animais e insetos.



Aterro sanitário

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), são comercializados por ano no Brasil 1,2 bilhão de pilhas e 400 milhões de baterias de celular. Assim como essa quantidade imensa chega às mãos do consumidor, uma quantidade igualmente enorme acaba no lixo comum todos os anos. A princípio isso não seria problema já que, desde 2001, uma nova legislação regulamenta a quantidade máxima de material tóxico permitida em pilhas e baterias, como chumbo e cádmio. Dessa forma, alguns tipos de pilha – como as alcalinas –, cujos níveis de resíduos tóxicos ficaram abaixo do limite estabelecido no artigo 6º dessa lei, agora podem ser descartados diretamente no lixo doméstico para serem encaminhados, segundo consta no artigo, a “aterros sanitários licenciados”.

O problema é que apenas 10% dos aterros brasileiros, segundo estimativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), atendem esse quesito. Também é preciso considerar que nem todas as pilhas que compramos estão de acordo com o padrão. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) cerca de 33% das pilhas e baterias existentes no país são provenientes de contrabando ou de outras origens, ou seja, temos em circulação cerca de 400 milhões de pilhas e baterias que podem estar fora do padrão de segurança.

E ainda que a quantidade de substâncias tóxicas seja mínima em cada pilha vendida e esteja de acordo com a lei, são milhões de pilhas descartadas que, juntas, somam uma quantidade considerável dessas substâncias.

A tabela a seguir mostra a situação da coleta e do destino do lixo (resíduos sólidos urbanos ou RSU) em alguns estados do Brasil.

Estado	RSUgerado (t/dia)	RSUcoletado (t/dia)	Destinação final adequada (%)	Lixo coletado (kg/hab/dia)
AC	516	415	3	0,73
AP	501	485	38,8	0,808
AM	3701	3186	53,8	1,156
PA	5625	4579	26,9	0,881
RO	1181	880	6,6	0,770
RR	328	274	10,2	0,794
TO	1068	804	31,6	0,737
AL	2891	2180	3,1	0,948
BA	13565	10375	28,3	1,027
CE	8735	6794	44,2	1,071
MA	5733	3805	31,2	0,918
PB	3215	2601	29,7	0,916
PE	8314	6779	42,8	0,962
PI	3335	1903	48,1	0,928
RN	2644	2290	27,3	0,929
SE	1613	1391	45,1	0,915
DF	4039	3951	33,3	1,596
GO	6162	5540	28,6	1,022
MT	2989	2381	24,5	0,958
MS	2349	2095	25,8	0,999
ES	2891	2507	63,1	0,856
MG	17036	14986	63,1	0,897
RJ	20465	20024	67,1	1,295
SP	55742	54650	76,2	1,382
PR	8206	7450	69,1	0,831
RS	7960	7302	69,5	0,802
SC	4285	3956	71,3	0,754

Disponível em: <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/04/sobe-68-producao-de-lixo-no-pais-mas-so-57-tem-destino-adequado.html>. Acesso em 17 nov. 2012.

Fonte: Reis (2013, p.285).

Reciclagem do lixo eletrônico

A reciclagem ou reaproveitamento das pilhas e baterias realizadas no Brasil é muito pequena.

No caso específico de baterias automotivas, a reciclagem no Brasil é feita em larga escala atingindo índices de 99,5%. Isso obedece a razões econômicas. Para as empresas, a reciclagem é lucrativa porque o chumbo precisa ser importado.

Já a reciclagem responsável de pilhas e baterias é mais difícil. Assim como existe uma grande variedade de tipos e tamanhos de pilhas e baterias, também existem vários processos diferentes para reciclagem.

29. Recursos didáticos: Quadro-negro, giz e datashow.

30. Referências Bibliográficas:

- REIS, M. Química. v. 2. 1ª ed. São Paulo: Ática, p. 283-287, 2013.