



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
NATURAIS E MATEMÁTICA

PROPOSTA DE UEPS ABORDANDO CONCEITOS ENVOLVIDOS NO
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETROQUÍMICA

JAQUELINE SUÊNIA SILVA DE MEDEIROS

NATAL – RN

2018

JAQUELINE SUÊNIA SILVA DE MEDEIROS

**PROPOSTA DE UEPS ABORDANDO CONCEITOS ENVOLVIDOS NO
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETROQUÍMICA**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal
do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre.**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Neco da Silva Júnior

NATAL – RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Ronaldo Xavier de Arruda - CCET

Medeiros, Jaqueline Suênia Silva de.

Proposta de UEPS abordando conceitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da eletroquímica / Jaqueline Suênia Silva de Medeiros. - 2018.

163f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal, 2018.

Orientador: Carlos Neco da Silva Júnior.

1. Eletroquímica - Dissertação. 2. Aprendizagem significativa - Dissertação. 3. UEPS - Dissertação. 4. Ensino médio - Dissertação. I. Silva Júnior, Carlos Neco da. II. Título.

RN/UF/CCET

CDU 544.6

JAQUELINE SUÊNIA SILVA DE MEDEIROS

**PROPOSTA DE UEPS ABORDANDO CONCEITOS ENVOLVIDOS NO
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETROQUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovada em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Carlos Neco da Silva Junior – Orientador

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Profª. Dra. Fernanda Marur Mazze – Examinadora Interna

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Profª. Dra. Marcia Teixeira Barroso – Examinadora Interna

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Profª. Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein – Examinadora Externa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

NATAL – RN

2018

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus avós maternos (verdadeiros pais) “José” e “Lourdes” pelo esforço, dedicação, carinho, amor e compreensão, em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

E a minha mãe (irmã) “Celma”, pela garra, força, carinho, amor durante minha vida.

Agradecimentos

Meu agradecimento maior é a Deus, nosso Pai Celestial, que tem proporcionado oportunidades para que grandes sonhos se tornem realidade, pois só conseguimos realizar aquilo que Ele nos permite.

A Jany Silva, por todo carinho, incentivo e companheirismo nessa caminhada. E por me fazer acreditar que seria possível tornar esse sonho em realidade. Muito obrigada.

Ao meu padrasto, “Antônio” e meu Irmão “Júnior”, pessoas que participaram comigo em vários momentos importantes da minha vida.

Aos amigos e colegas, que no início, unidos por um objetivo comum, lutamos, sobrevivemos, crescemos... Acima de tudo como seres humanos. Principalmente à amiga Alcione Avezedo pelas conversas, apoio e principalmente pelos momentos de amizade sincera.

Aos mestres, pela contribuição tão valiosa. Pelos ensinamentos e oportunidade de me aperfeiçoar e aprender mais sobre o ensino da Química.

Ao Prof. Dr. Carlos Neco da Silva Júnior, mais que um professor, um amigo, pela paciência, dedicação e por estar sempre disposto a ajudar. Toda minha gratidão, pois sem sua orientação, apoio e confiança, nada disso seria possível.

Aos estudantes que contribuíram à realização e conclusão da minha pesquisa.

A todos que contribuíram de alguma forma para que eu alcançasse mais esse degrau da minha formação acadêmica. Muito obrigada!

"Se eu pudesse reduzir toda a psicologia educacional a uma só frase, eu diria isto: O fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o estudante já sabe. Verifique isso e ensine-o de acordo."

(David Paul Ausubel)

RESUMO

O presente trabalho objetivou elaborar, aplicar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, com foco no conteúdo da Eletroquímica. A proposta utiliza como pressupostos básicos aspectos da teoria da Aprendizagem Significativa. A referida UEPS gerou um produto educacional destinado aos professores da Educação Básica, para que os mesmos possam aplicá-la em suas aulas de Química. O debate inicial foi gerado em torno das ideias do funcionamento das baterias de celulares, já que os estudantes incorporaram a utilização desse dispositivo à sua rotina. No intuito de contribuir com a melhoria do processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo, as atividades presentes na proposta contemplaram: situações-problemas, experimentos, debates, simuladores, leitura de textos, apresentações de vídeos e construção de mapas conceituais. A UEPS construída foi aplicada em duas turmas do ensino médio regular, uma do 2º Ano (20 estudantes) e outra do 3º Ano (25 estudantes), ambas na Escola Estadual José Joaquim, localizada no município de Coronel Ezequiel-RN. No primeiro momento, foram levantados os conhecimentos prévios sobre o funcionamento das baterias dos celulares e posteriormente foi possível discutir conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica, tais como: ânodo, cátodo, agente oxidante, agente redutor, oxidação, redução, ponte salina, entre outros. Os dados coletados no decorrer das atividades foram analisados com base nos referenciais da pesquisa qualitativa. A partir da aplicação da unidade foi possível observar que os estudantes demonstraram motivação para o estudo, entusiasmo para a resolução das situações propostas e ancoragem de novos conhecimentos. Estas situações foram evidenciadas a partir da participação dos estudantes no decorrer das atividades, tal como a elaboração do mapa conceitual produzidos no início e ao final da aplicação. Para fins de análise, o mapa ajudou a identificar indícios de aprendizagem significativa, como também o uso de três questões semiabertas, juntamente com um questionário, onde eles podiam responder quatro afirmações classificadas numa escala de máximo para a concordância e mínimo de discordância ao uso da UEPS nas aulas de química. Como resultados, eles relataram que os momentos de aprendizagem foram prazerosos, pois se sentiram mais pré-dispostos em participar de todas as etapas de aplicação e concordaram com o uso da UEPS para o processo de ensino e aprendizagem da eletroquímica. Ao término, evidenciou-se que a aplicação da UEPS se caracteriza como dinâmica e possibilita aos estudantes a aprendizagem de maneira progressiva a partir das diferentes atividades/estratégias desenvolvidas.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, UEPS, Ensino Médio, Eletroquímica.

ABSTRACT

The present work aimed to elaborate, apply and evaluate a Potentially Significant Teaching Unit - PSTU, with focus on the content of Electrochemistry. The proposal uses as basic assumptions aspects of the theory of Significant Learning. The said PSTU generated an educational product intended for teachers of basic education so that they can apply it in their chemistry's classes. Initial debate was generated around the ideas of the operation of cellular batteries, as the students incorporated the use of this device to their routine. In order to contribute to the improvement of the teaching and learning process of this content, the activities present in the proposal included: situations-problems, experiments, debates, simulators, reading texts, video presentations and construction of conceptual maps. The PSTU constructed was applied in two classroom high school, one in the 2nd year (20 students) and the other in the 3rd year (25 students), both in the José Joaquim Public School, located in the municipality of Coronel Ezequiel-RN. In the first moment, the previous knowledge on the operation about cellular batteries was raised and later it was possible to discuss concepts related to the content of electrochemistry, such as: anode, cathode, oxidizing agent, reducing agent, oxidation, reduction, saline bridge, among others. The data collected during the activities were analyzed based on the qualitative research references. From the application of the unit it was possible to observe that the students demonstrated motivation for the study, enthusiasm for the resolution of the problems situations and anchoring of new knowledges. These situations were evidenced from the participation of the students in the activities in course, such as the elaboration of the map produced at the beginning and end of the application. For analysis purposes the map helped identify significant learning cues, as also the use of three half-open questions along with a questionnaire where they could answer four statements ranked on a maximum scale for agreement and minimum disagreement about use of PSTU in chemistry class. As results, they reported that learning moments were enjoyable, as they felt more willing to participate in all stages of application and agreed to the use of PSTU for the teaching and learning process of electrochemistry. At the end, it was evidenced that the application of the PSTU is characterized as dynamic and enables students to learn progressively from the different activities/strategies developed.

Key words: Significant Learning, UEPS, High School, Electrochemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Uma visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.	20
Figura 2- Um modelo para mapeamento conceitual segundo a teoria de Ausubel.	36
Figura 3- Principais Estratégias/Metodologias encontradas nos trabalhos.	41
Figura 4- Principais Conteúdos/Temáticas abordadas(os) nos trabalhos pesquisados.....	61
Figura 5- Relato dos estudantes em relação ao que eles conhecem sobre Eletroquímica.	75
Figura 6- Seu professor já abordou o tema eletroquímica em sala de aula?	75
Figura 7- Utensílios que os estudantes julgam funcionar com base em princípios eletroquímicos.	76
Figura 8- Concepções dos estudantes sobre o conceito de eletroquímica segundo BROWN, 2005, após a aplicação das atividades.	79
Figura 9- Imagens presentes no questionário inicial, no intuito de conhecer o conhecimento prévio.	82
Figura 10- Categorias elencadas a partir das respostas dos estudantes sobre as imagens de objetos enferrujados.....	84
Figura 11- Concepção prévia dos estudantes em relação a uma imagem de pilhas.	86
Figura 12- Primeiras propostas de mapas conceituais apresentados pelos estudantes E10-2, E12-3 e E7-2, respectivamente.....	90
Figura 13- Primeiro mapa conceitual apresentados pelos estudantes E2-3, E2-2 respectivamente.	91
Figura 14- Estudantes participando da realização do experimento sobre reatividade dos metais.	96
Figura 15- Categorias dos desenhos apresentados pelos estudantes para o funcionamento de uma pilha.	102
Figura 16- Representações apresentadas pelos estudantes E9-2 e E8-2 sobre o funcionamento de uma pilha, respectivamente.....	103
Figura 17- Representação do funcionamento de uma pilha pelo estudante E11-2.....	104
Figura 18- Representações do funcionamento de uma pilha pelos estudantes E15-3 e E3-2, respectivamente.	104
Figura 19- Grupo 1 apresentando situação que envolve fenômenos eletroquímicos – a pilha de limão.	107

Figura 20- Grupo 4 apresentando a pilha de batata como alternativa para explicar os fenômenos eletroquímicos.	108
Figura 21- Grupo 5 apresentando uma pilha à base de alumínio e água sanitária.	109
Figura 22- Tentativa de Mapa Conceitual apresentada pelos estudantes A3-3 e A14-3, respectivamente.	111
Figura 23- Mapa Conceitual apresentada pelos estudantes A9-2, A7-2, A2-3 e A4-2 respectivamente.	113
Figura 24- Mapas produzidos pelos estudantes A4-2 e A7-2, respectivamente, nas duas etapas de produção de mapas conceituais presentes na UEPS.	115
Figura 25- Avaliação realizada pelos estudantes quanto a motivação proporcionada pela UEPS.	117
Figura 26- As aulas baseadas na explicação com a utilização de quadro e giz já seriam suficientes para entender o conteúdo de eletroquímica.	118
Figura 27- Avaliação realizada pelos estudantes quanto a importância das atividades presentes na UEPS.....	118
Figura 28- Avaliação realizada pelos estudantes sobre a facilidade em aprender os conceitos realizados ao conteúdo da eletroquímica através das atividades presentes na UEPS.	119
Figura 29- Enumeração de maneira crescente (atribuído 1 a que mais gostou e 4 a que menos gostou) das atividades que os estudantes mais gostaram.	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Categorias da Aprendizagem Significativa e o Ensino de Eletroquímica.....	21
Tabela 2 - Princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa na visão ausubeliana.	24
Tabela 3- Quantidade de trabalhos publicados no período de 2007 à 2017 com foco no conteúdo da Eletroquímica nos principais eventos e revistas no cenário brasileiro.	39
Tabela 4- Total de trabalhos publicados nos encontros/revistas: ENEQ, ENPEC, RASBQ e QNEsc de 2007 a 2017.....	40
Tabela 5- Estratégias/Metodologias apresentadas nos trabalhos e seus respectivos códigos...	40
Tabela 6- Panorama geral dos trabalhos publicados no período de 2007 a 2017, nos encontros/revistas: ENEQ, ENPEC, RASBQ e QNEsc.	43
Tabela 7- Perfil de compreensão dos estudantes sobre o funcionamento das pilhas/baterias, segundo os níveis de entendimento.	88
Tabela 8- Respostas dos estudantes à observação do experimento sobre reatividades dos metais.	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Alguns Trabalhos Analisados e Suas Perspectivas Teóricas	57
Quadro 2- Atividades presentes na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	67

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 JUSTIFICATIVA	17
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
4.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	19
4.1.1 Formas e tipos de aprendizagem significativa.....	21
4.1.2 Princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa	24
4.2 A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS.....	30
4.3 OS MAPAS CONCEITUAIS.....	35
4.4 O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETROQUÍMICA: UMA REVISÃO DAS POSSIBILIDADES	38
5 METODOLOGIA.....	63
5.1 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA	63
5.2 PERCURSO METODOLÓGICO	64
5.3 CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	72
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
6.1 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA	74
6.2 APLICAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS	80
6.2.1 Os conhecimentos Prévios.....	80
6.2.2 Os Organizadores Prévios: ponte cognitiva entre o que deveria saber e o que os estudantes sabem.	87
6.2.3 Primeiras propostas de Mapa Conceitual	89

6.2.4 Sequência das aulas discutindo conceitos da eletroquímica.....	92
6.3 ANÁLISE DA UEPS	116
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS	125
APÊNDICES	134

1 APRESENTAÇÃO

No ano de 2007, ingressei no Curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, realizando assim um sonho, uma vez que já no Ensino Médio a referida disciplina me fascinava. No decorrer do curso, fui convidada a lecionar na Escola Estadual José Rolderick de Oliveira, localizada no município de Nova Floresta – PB. Durante essa experiência, foi possível perceber que as discussões das disciplinas que abordavam o processo de ensino e aprendizagem da Química vinham de encontro com as dificuldades vivenciadas em minhas salas de aula ao abordar determinados conteúdos. Desta forma, apresentei uma dedicação especial para as disciplinas que apresentavam esse foco. Ao término do curso, busquei pesquisar como as TICs poderiam contribuir para o processo de ensino aprendizagem dos conceitos químicos. A partir desse momento, meus estudos inclinavam-se sempre em buscar estratégias que facilitassem a compreensão dos conteúdos da química.

Nos últimos anos, senti a necessidade de ampliar meus estudos sobre o que vem sendo discutido no cenário atual sobre o Ensino de Química. Desta forma, me inscrevi no processo de seleção do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGECCNM da Universidade Federal do Rio Grande do Norte no ano de 2015, porém não obtive êxito. Em 2016, persistindo na busca de um sonho, me submeti novamente a seleção do referido programa de ensino, na qual fui aprovada. Participar desse programa é acima de tudo uma oportunidade de ampliar os horizontes frente a minha prática docente, possibilitando um conhecimento enriquecedor para superar os obstáculos presentes em sala de aula, no que se refere as dificuldades encontradas no processo de ensino aprendizagem dessa ciência.

Apoiando-se em minhas experiências como estudante do ensino público e dos anos de atuação como professora de química na rede pública de ensino dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, nos anos de 2008 e 2013 respectivamente, foi perceptível que na elaboração do plano de curso anual, os professores selecionavam alguns conteúdos como prioridade e outros ficavam esquecidos e não eram trabalhados em sala de aula, como exemplo a Eletroquímica. Para esse conteúdo, quando raramente ocorria sua abordagem, as metodologias utilizadas estavam enraizadas ao ensino tradicional, que se resume ao mero fato de decorar conceitos e fórmulas. Moreira (2012) aponta que:

“Na escola, seja ela fundamental, média ou superior, os professores apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber, os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Esta é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno” (MOREIRA, p. 02, 2012).

Com base na análise de Moreira (2012), podemos destacar que o conteúdo da eletroquímica quando apresentado de forma mecânica, proporciona muitos desafios para a compreensão dos fenômenos eletroquímicos e o distanciamento em relação ao cotidiano. Para Ogude e Bradley (1996), a identificação de onde ocorre as reações, a neutralidade elétrica, a terminologia e os aspectos relativos aos componentes do processo, são os fenômenos/conceitos que os estudantes apresentam maior dificuldade de compreensão.

Sendo assim, e de conformidade com as discussões de trabalhos como o de Moreira (2012), torna-se notável a necessidade que novas práticas educativas sejam inseridas em sala de aula, a fim de proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos químicos, que busquem levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, correlacionando-os com os conhecimentos químicos, garantindo assim uma aprendizagem em sala de aula.

Desta forma, acreditamos que a abordagem do conteúdo da Eletroquímica alia-se ao marco teórico da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, na qual apresenta o conhecimento prévio (subsunçores) como fator primordial no processo de aprendizagem. Objetivamos contribuir com o processo de ensino aprendizagem desse conteúdo, através da construção, aplicação e validação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o tema Eletroquímica, proporcionando atividades favoráveis ao desenvolvimento do raciocínio e da capacidade questionadora do estudante. Ausubel (2000) aponta que a aprendizagem por recepção e a retenção de significado são importantes para a educação, pois são os mecanismos humanos por excelência necessários para a aquisição e o armazenamento da vasta quantidade de ideias e de informações representadas por qualquer área de conhecimentos. Foi pensando na busca de significados para esse conteúdo de ensino, que a construção dessa dissertação se deu da seguinte forma:

- Na primeira parte, realiza-se um breve histórico da formação e experiência docente da pesquisadora e uma introdução do que se espera com o presente trabalho.
- Na segunda parte, apresenta-se o objetivo geral e os específicos deste trabalho. Já na terceira parte, evidencia-se os argumentos que justifica a escolha do tema e a questão-foco.
- A fundamentação teórica será apresentada na quarta parte, na qual encontra-se quatro sub-tópicos: no primeiro, encontra-se um breve relato sobre o Ensino da Química, suas

perspectivas, as competências e habilidades necessárias a formação do conhecimento químico e as metodologias utilizadas em sala de aula. O segundo aborda os pressupostos da aprendizagem significativa de David Ausubel. Os fundamentos para construção de uma UEPS segundo as concepções de Moreira, bem como sua contribuição para a construção de uma aprendizagem significativa são apresentados no terceiro sub-tópico.

– O quarto ponto, trará um levantamento sobre os trabalhos realizados no cenário educacional sobre o ensino da eletroquímica. Neste sentido, uma pesquisa utilizando palavras-chave como: “eletroquímica”, “corrosão”, “pilhas”, “reações de oxirredução” e “eletrólise”, todas pertinentes ao contexto desse conteúdo de ensino, foi realizada nos portais das seguintes revistas: Alexandria, Aprendizagem Significativa em Revista, Caderno de Ensino de Física, Ciência e Cognição, Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências (RBPC), Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ), Química Nova na Escola (Qnesc). Nos eventos: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). E nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ).

– A quinta parte abordará o percurso metodológico e os sujeitos envolvidos no processo, na qual é relatado os instrumentos utilizados para coleta e análise dos dados, bem como um esquema da UEPS desenvolvida.

– A sexta parte, apresenta-se a análise dos dados, ao descrever as etapas de aplicação da UEPS e seus respectivos resultados, bem como a avaliação da UEPS por parte dos estudantes.

Por fim, serão apresentadas as considerações finais, as referências e os apêndices que completaram esta dissertação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver, aplicar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa abordando o conteúdo da Eletroquímica com estudantes do Ensino Médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar o conhecimento prévio e as potencialidades de um contexto real para o ensino da eletroquímica
- ✓ Propor e aplicar uma unidade de ensino potencialmente significativa com a finalidade de contextualizar o conteúdo da eletroquímica com estudantes do 2º e 3º Ano do Ensino Médio Regular;
- ✓ Analisar o processo de intervenção didático-pedagógica da UEPS com alunos da 2º e 3º série do ensino médio.

3 JUSTIFICATIVA

Um dos grandes desafios para o professor se baseia no fato de desenvolver estratégias metodológicas objetivando a formação do estudante, tendo como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e o desenvolvimento da capacidade questionadora. Portanto, o estudante deve ser capaz de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, tornando-se então responsável pelo seu aprendizado, algo que nem sempre ocorre quando a metodologia do professor se baseia apenas em aulas expositivas.

A teoria da Aprendizagem Significativa apresenta-se como uma excelente alternativa para superar as aulas tradicionais (nas quais os estudantes não percebem a relação do conteúdo abordado em sala de aula com seu cotidiano). A partir de seus pressupostos é possível propor aulas em que os conhecimentos prévios dos estudantes são considerados, proporcionando um ambiente motivador, em que o novo conhecimento tem significado para ele.

Nesta perspectiva, a presente dissertação visa construir, aplicar e validar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para abordar o conteúdo de Eletroquímica no Ensino Médio, utilizando diferentes estratégias didáticas que buscam abordar o referido conteúdo. Buscou-se inicialmente o resgate dos conhecimentos prévios dos estudantes, no intuito de favorecer a construção do conhecimento de maneira diversificada, tentando minimizar possíveis dificuldades de aprendizagem na abordagem desse.

A escolha da abordagem desse conteúdo (eletroquímica) se deve principalmente a três pontos:

1º Ponto: cotidianamente os estudantes estão rodeados de utensílios e dispositivos que funcionam com base em princípios eletroquímicos. Eles, em sua maioria, não correlacionam os conteúdos estudados em sala de aula com a utilização prática dos mesmos, uma vez que a abordagem ocorre de maneira tradicional por parte dos professores, provocando nos alunos certo distanciamento dos conceitos do conteúdo da eletroquímica a esses fenômenos.

2º Ponto: a maioria dos trabalhos que envolve o conteúdo da Eletroquímica se baseiam na produção de materiais alternativos para produção de experimentos envolvendo a discussão desse conteúdo.

3º Ponto: Trata-se de uma recomendação das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que sugerem que este conteúdo favoreça o desenvolvimento de competências tais como: compreender a produção e o uso de energia em diferentes fenômenos e processos químicos e interpretá-los de acordo com

modelos explicativos; avaliar e julgar os benefícios e riscos da produção e do uso de diferentes formas de energia nos sistemas naturais e construídos pelo homem; articular a Química com outras áreas de conhecimento (BRASIL, p. 98, 2008).

Neste sentido, o presente trabalho tem como questão-foco: É possível discutir o conhecimento da eletroquímica a partir do uso de diferentes recursos e estratégias didáticas no intuito de gerar significado desse conteúdo?

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

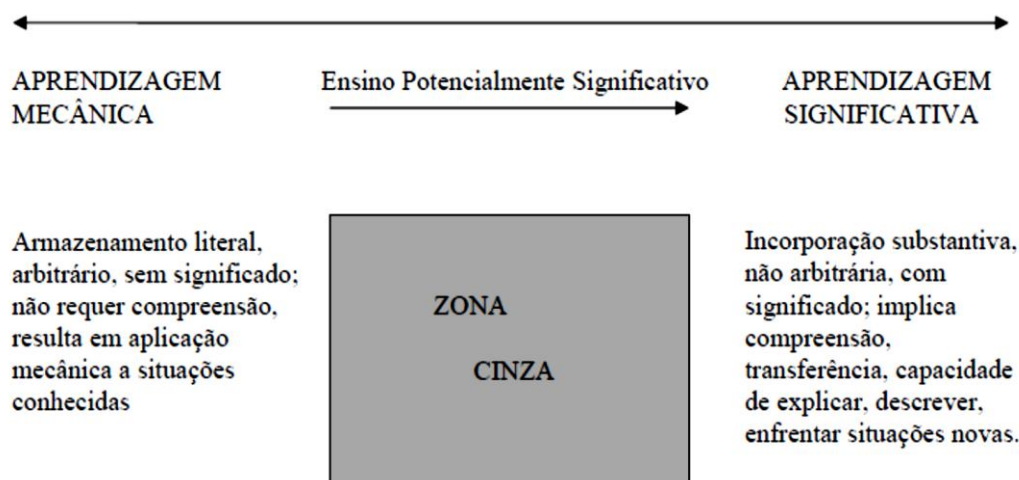
Entre as décadas de 60 e 70, um grupo de educadores insatisfeitos com as teorias da aprendizagem por descoberta começaram a fortalecer o debate sobre a Teoria da Assimilação defendida por David Ausubel, a qual defende que o principal processo de aprendizagem significativa é por recepção, não por descoberta (AUSUBEL, 2000).

Para a aprendizagem significativa, as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva (não-literal, não ao pé-da-letra) e não-arbitrária (interação com algum conhecimento relevante existente na estrutura cognitiva) com aquilo que o aprendiz já sabe (MOREIRA, 2012). Ausubel descreve que:

“a aprendizagem por recepção significativa é, por inerência, um processo ativo, pois exige, no mínimo: (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo; (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados; e (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular” (AUSUBEL, p. 06, 2000).

Apesar de existirem diferenças marcantes entre a aprendizagem significativa e a por memorização, elas podem aparecer em certo momento num contínuo memorização-significativo. Como retratado por Moreira (2012), ao sugerir que há uma “zona cinza” entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar a caminhada do aluno nessa “zona”, pois é nessa área que grande parte da aprendizagem ocorre, como podemos visualizar na figura abaixo:

Figura 1- Uma visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.



Fonte: MOREIRA, 2012, p. 12.

O referido autor acrescenta que a existência desse contínuo entre aprendizagem significativa e mecânica implica alguns esclarecimentos:

- A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;
- Aprendizagem significativa é *progressiva*, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud (1990) em relação ao domínio de um campo conceitual;
- Aprendizagem significativa depende da captação de significados (Gowin, 1981), um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. É também uma ilusão pensar que uma boa explicação, uma aula “bem dada” e um aluno “aplicado” são condições suficientes para uma aprendizagem significativa. O significado é a parte mais estável do sentido e este depende do domínio progressivo de situações-problema, situações de aprendizagem. No caso da aprendizagem de conceitos, por exemplo, Vergnaud (op.cit.) toma como premissa que são as situações-problema que dão sentido aos conceitos e que a conceitualização vai ocorrendo à medida que o aprendiz vai dominando situações progressivamente mais complexas, dentro de uma dialética entre conceitos e situações (MOREIRA, 2012, p. 12:13).

Neste panorama, pode-se distinguir entre três *formas* de aprendizagem significativa: por *subordinação*, por *superordenação* e de modo *combinatório*. Analogamente, pode-se identificar três *tipos* de aprendizagem significativa: *representacional* (de representações), *conceitual* (de conceitos) e *proposicional* (de proposições).

4.1.1 Formas e tipos de aprendizagem significativa

Em ‘O que é afinal aprendizagem significativa?’ (MOREIRA, 2012), destaca a existência de três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório, como pode-se observar nos trechos abaixo:

A **aprendizagem subordinada** ocorre quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

A **aprendizagem superordenada** envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos, como no exemplo dado.

A **aprendizagem combinatória** é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriosais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena (MOREIRA, 2012, p. 14-16).

Nesta perspectiva e correlacionando com os conteúdos da eletroquímica, pode-se destacar o trabalho realizado por Silva; Silva e Aquino no ano de 2014, ao propor a seguinte tabela:

Tabela 1- Categorias da Aprendizagem Significativa e o Ensino de Eletroquímica.

CATEGORIAS DA APRENDIZAGEM	DESCRIÇÃO	EXEMPLO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA
Subordinada	Ocorre quando a nova informação tem interação com os conhecimentos prévios, tornando-se significativo. Subdivide-se em correlativa (alarga o conhecimento) e derivativa (é um exemplo que reforça o subsunçor)	Subordinada correlativa: saber que os elétrons gerados em uma pilha são provenientes de uma reação de oxirredução. Subordinada derivativa: saber que uma pilha química pode gerar eletricidade tanto quando uma pilha comercial.
Superordenada	Ocorre quando surge um novo conceito, mais abrangente, que	O estudante quando faz a relação entre a pilha e os conceitos de oxidação/redução

	engloba e reúne os conceitos preexistentes a partir de uma série de conceitos. Envolve os processos de abstração, indução e síntese de novos conhecimentos que passam a subordinar os subsunçores que lhes deram origem (Moreira & Masini, 1982).	reúne todas as informações necessárias para o entendimento geral do princípio de funcionamento de uma pilha comercial.
Combinatória	Um novo conhecimento implica na interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, inclusive conhecimentos de outras áreas, de outros domínios que não aquele que está sendo foco no momento.	Para compreender o fluxo de elétrons produzido em uma pilha comercial, que causa uma diferença de potencial elétrico que é aproveitado na forma de trabalho e faz funcionar um aparelho eletrônico, não basta apenas saber os conceitos envolvidos em eletroquímica. Também é necessário ter um conhecimento mais amplo não só da Química quanto de Física e estes já devem estar na estrutura cognitiva do indivíduo.

Fonte: Silva; Silva e Aquino (2014), em: Estudo da Eletroquímica a partir de Pilhas Naturais: uma análise de mapas conceituais. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID60/v4_n2_a2014.pdf

Para Ausubel (2000), a **aprendizagem representacional** (tal como a atribuição de um nome) aproxima-se da aprendizagem por memorização. Ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem. A aprendizagem representacional é significativa, porque tais proposições de equivalência representacional podem relacionar-se de forma não arbitrária, como exemplares, a uma generalização existente na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas, quase desde o primeiro ano de vida.

A **aprendizagem conceitual** ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente

concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível (MOREIRA, 2012).

Para Ausubel (2000), os conceitos constituem um aspecto importante da teoria da assimilação, pois a compreensão e a resolução significativa de problemas dependem amplamente da disponibilidade quer de conceitos subordinantes (na aquisição conceitual por subsunção), quer de conceitos subordinados (na aquisição conceitual subordinante), na estrutura cognitiva do aprendiz. Também é evidente que (1) os seres humanos interpretam experiências perceptuais ‘em bruto’ em termos de conceitos particulares nas suas estruturas cognitivas e (2) que os conceitos constituem os alicerces quer para a aprendizagem por recepção significativa de proposições declarativas, quer para a criação de proposições significativas para a resolução de problemas.

A **aprendizagem proposicional** implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisitos para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos (MOREIRA, 2012).

A aprendizagem significativa de proposições verbais, embora algo mais complicada do que a aprendizagem dos significados das palavras, é semelhante à aprendizagem representacional, na medida em que surgem novos significados depois de uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa se relacionar e interagir com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva. Contudo, neste caso, a tarefa de aprendizagem, ou proposição potencialmente significativa, consiste numa ideia compósita que se expressa verbalmente numa frase que contém significados de palavras quer denotativos, quer conotativos, e nas funções sintáticas e nas relações entre as palavras. O conteúdo cognitivo distinto que resulta do processo de aprendizagem significativa, e que constitui o seu significado, é um produto interativo do modo *particular* como o conteúdo da nova proposição está relacionado com o conteúdo de ideias estabelecidas e relevantes existentes na estrutura cognitiva. A relação em causa pode ser subordinada, subordinante ou uma combinação das duas (AUSUBEL, 2000).

Partindo de tudo que foi exposto até o momento e com foco na essência da teoria da aprendizagem significativa, ao abordar os conteúdos da eletroquímica nesta perspectiva a ideia central desse trabalho será propor alternativas pedagógicas que possam interligar os novos conhecimentos que serão trabalhados (ânodo, cátodo, ponte salina, agente oxidante, agente redutor, por exemplo) com os subsunçores que os estudantes apresentam. Assim, a avaliação dos conhecimentos prévios dará o direcionamento para que a aprendizagem se torne mais significativa.

4.1.2 Princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa

Em sua obra: *Aprendizagem Significativa Crítica*, Moreira (2010) apresenta que além de saber o que é aprendizagem significativa, precisamos conhecer quais são os princípios programáticos facilitadores dessa aprendizagem – como a diferenciação progressiva, reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação. As características desses princípios podem ser analisadas no quadro abaixo:

Tabela 2 - Princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa na visão ausubeliana.

PRINCÍPIO PROGRAMÁTICO	CARACTERÍSTICA
DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA	As ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade. Não se trata de um enfoque dedutivo, mas sim de uma abordagem na qual o que é mais relevante deve ser introduzido desde o início e, logo em seguida, trabalhado através de exemplos, situações, exercícios. As ideias gerais e inclusivas devem ser retomadas periodicamente favorecendo assim sua progressiva diferenciação. É um princípio compatível com a progressividade da aprendizagem significativa.
RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA	Explora, explicitamente, as relações entre conceitos e proposições, chama a atenção para diferenças e semelhanças e reconcilia inconsistências reais e aparentes. É nisso que consiste a <i>reconciliação integradora</i> , ou integrativa, como princípio programático de um ensino que visa à aprendizagem significativa.
ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL	consiste em sequenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quando possível (observados os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa) com as relações de dependência

	naturalmente existentes entre eles na matéria de ensino.
CONSOLIDAÇÃO	Leva a insistir no domínio (respeitada a progressividade da aprendizagem significativa) do que está sendo estudado antes de introduzir-se novos conhecimentos. É uma decorrência natural da premissa de que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem subsequente.

Fonte: MOREIRA, p. 05, 2010.

Analogamente aos princípios programáticos de Ausubel, para facilitar a aprendizagem significativa, mencionados por Moreira, pode-se citar outros elementos facilitadores que auxiliam no processo de efetivação dessa aprendizagem: como a *linguagem*, a *estrutura cognitiva*, os *subsúncos* e os *organizadores prévios*, os quais serão descritos de maneira sucinta logo a seguir.

4.1.2.1 A linguagem

A linguagem é um importante facilitador da aprendizagem significativa por recepção e pela descoberta. Aumentando-se a manipulação de conceitos e de proposições, através das propriedades representacionais das palavras, e aperfeiçoando compreensões subverbiais emergentes na aprendizagem por recepção e pela descoberta significativas, clarificam-se tais significados e tornam-se mais precisos e transferíveis. Por conseguinte, ao contrário da posição de Piaget, a linguagem desempenha um papel integral e operativo (processo) no raciocínio e não meramente um papel comunicativo. Sem a linguagem, é provável que a aprendizagem significativa fosse muito rudimentar (ex.: tal como nos animais) (AUSUBEL, 2000, p. 05).

A propósito, o estudo do conteúdo da eletroquímica apresenta uma linguagem altamente simbólica. Desta forma, a maneira como o professor começa a abordar esse conteúdo pode determinar o afastamento ou a aproximação dos estudantes do mesmo. Isso não quer dizer que se deve banalizar a linguagem química. Certamente, é fundamental que o professor reconheça que a linguagem é a essência do processo de ensino aprendizagem, que é através da mesma que se potencializa a compreensão do conhecimento químico, em particular da eletroquímica. E que se detenha no planejamento de metodologias diversificadas, no intuito de aproximar a

linguagem química da realidade do aluno e, conseqüentemente, proporcionar a compreensão do conteúdo de eletroquímica, por exemplo.

4.1.2.2 A estrutura cognitiva

Para Ausubel (2010), é virtualmente impossível conceber-se qualquer caso de tal aprendizagem que não seja afetado de alguma forma pela estrutura cognitiva existente. Por sua vez, esta experiência de aprendizagem resulta numa nova transferência, através da alteração da estrutura cognitiva. Por conseguinte, na aprendizagem significativa, a estrutura cognitiva é sempre uma variável relevante e crucial, mesmo que não seja influenciada nem manipulada de forma deliberada, de modo a verificar-se o efeito que surte na nova aprendizagem:

Se a estrutura cognitiva for clara, estável e bem organizada, surgem significados precisos e inequívocos e estes têm tendência a reter a força de dissociabilidade ou disponibilidade. Se, por outro lado, a estrutura cognitiva for instável, ambígua, desorganizada ou organizada de modo caótico, tem tendência a inibir a aprendizagem significativa e a retenção. Assim, é através do fortalecimento de aspectos relevantes da estrutura cognitiva que se pode facilitar a nova aprendizagem e retenção aprendizagem (AUSUBEL, 2000, p. 10).

Desta forma, a clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um **processo interativo** no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao já existente que, por sua vez, adquire novos significados fica mais estável, mais diferenciado, mais rico, mais capaz de ancorar¹ novos conhecimentos (MOREIRA, 2012).

Neste sentido, quando se fala em eletroquímica é importante destacar que possivelmente o estudante apresenta algum conhecimento em sua estrutura cognitiva, uma vez que o mesmo se encontra rodeado de utensílios que funcionam com base em princípios eletroquímicos. E ao trabalhar tais conceitos é necessário que se oportunize meios para que o estudante atribua novos significados aqueles já presentes na estrutura cognitiva e posteriormente ocorra uma reorganização dos mesmos, com conceitos mais ricos e mais elaborados.

¹ Ancoragem é uma metáfora. Diz-se que certos conhecimentos prévios funcionam como idéias-âncora e se lhes dá o nome de subsunçores. Quer dizer, os novos conhecimentos se ancoram em conhecimentos preexistentes e assim adquirem significados. É importante, no entanto, não atribuir um caráter estático, de mero ancoradouro, aos subsunçores, pois o processo é interativo, dinâmico, e nele o subsunçor se modifica. Como foi dito, ancoragem é uma metáfora; portanto a subsunção não é uma ancoragem propriamente dita (Moreira, 2012, p. 07)

Nesta perspectiva, Moreira (2012) destaca que a estrutura cognitiva é considerada como uma estrutura de subsunçores interrelacionados e hierarquicamente organizados. Ela é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*:

A **diferenciação progressiva** é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos, ou seja, através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas. A **reconciliação integradora**, ou *integrativa*, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2012, p. 06).

Esses dois processos ocorrem de maneira simultânea, a medida em que diferenciamos os novos conhecimentos é necessário que ocorra a reconciliação dos mesmos. Do contrário, acabaremos por perceber tudo diferente (se apenas diferenciarmos) ou terminaremos por perceber tudo igual (se apenas integrarmos).

Quando se fala em eletroquímica é importante destacar que possivelmente o estudante apresenta algum conhecimento em sua estrutura cognitiva, uma vez que o mesmo se encontra rodeados de utensílios que funcionam com base em princípios eletroquímicos. E ao trabalhar tais conceitos é necessário que se oportunize meios para que o estudante atribua novos significados aqueles já presentes na estrutura cognitiva (por exemplo: transferência de elétrons, íons, reação química, entre outros) e posteriormente ocorra uma reorganização dos mesmos.

4.1.2.3 Os subsunçores

Em termos simples, subsunçor se caracteriza como o conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência do que o indivíduo já sabe, ou seja, dos conhecimentos relevantes e da interação com eles. O subsunçor poderá servir de ideia-âncora para um outro novo conhecimento e que progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais oportunizar novas aprendizagens (MOREIRA, 2012).

Na opinião de Pozo e Crespo (1998) apud Nuñez e Ramalho (2004), as ideias prévias (relacionando com a Teoria da Aprendizagem Significativa) seriam os subsunçores dos alunos, que podem ser distinguidas quanto à sua origem em três grupos:

ideias de origem sensorial (ou concepções empíricas) – são formadas nas experiências individuais dos alunos, nas atividades do cotidiano, fundamentalmente baseadas no uso de regras de inferências causais, por meio de processos sensoriais e perceptivos, são ideias mais gerais compartilhadas pelos alunos em diferentes contextos (**por exemplo, associar a formação da ferrugem apenas ao processo de redução, uma vez que observa-se uma perda de massa – associação da palavra redução ao ato de diminuir**); ideias de origem cultural (concepções sociais ou representações sociais) – sua origem está fundamentalmente, na cultura dos contextos sociais, em que se encontram diferentes ideias compartilhadas pelos grupos sociais, são tipos de representações sociais influenciadas pelos diversos meios de transmissão cultural, como a mídia, as crenças populares, etc (**associar a eletroquímica apenas ao estudo dos eletroeletrônicos, por exemplo**); já as ideias de origem educativa (concepções escolares) – muitas das ideias que os alunos trazem para a sala de aula têm sua origem nos próprios conteúdos e materiais didáticos (erros conceituais), além dos diferentes níveis de formulação dos modelos científicos. Essas ideias também resultam quando o aluno assimila o saber escolar de forma analógica a outras fontes de “conhecimento científico” sobre o mundo, confundindo o discurso científico com outras ideias (**por exemplo, atribuir a eletroquímica ao estudo dos elétrons**) (POZO e CRESPO, 1998 apud NUÑEZ e RAMALHO, *grifo nosso*, 2004, p. 228;229).

É perceptível que ao se ensinar eletroquímica, os alunos trarão consigo informações oriundas de seus subsunçores (esses de qual origem forem), uma vez que os mesmos vivem numa sociedade repleta de artefatos tecnológicos, que para funcionar dependem intimamente dos processos eletroquímicos. Sendo assim, será fácil encontrar subsunçores e posteriormente determinar as relações necessárias entre os conceitos que serão ensinados e o que os alunos já sabem, oportunizando um ambiente motivador, em que o estudante apresente pré-disposição a gerar novas significações aos conceitos do conteúdo da eletroquímica, pois como Moreira enfatiza, aquilo que o aprendiz já sabe é o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem.

Nessa perspectiva, as condições para a aprendizagem significativa podem ser a potencialidade significativa dos materiais educativos e a pré-disposição do sujeito para aprender. Quando se trata dos materiais educativos, estes devem ter significado para o estudante, que por sua vez devem ter subsunçores relevantes sobre o conteúdo em estudo, quando isso não ocorre, o professor deve apresentar organizadores prévios afim de proporcionar uma “ponte cognitiva” entre o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber. Tal mecanismo pedagógico será discutido no tópico a seguir.

4.1.2.4 Organizadores prévios

O organizador prévio é um mecanismo pedagógico que visa suprir a deficiência de subsunçores ou para mostrar a relacionalidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva.

Sob o ponto de vista Moreira (2012) existem dois tipos de organizadores prévios: o **organizador expositivo**, faz uma ponte entre o que o estudante sabe e o que ele deveria saber, para que o material apresentado configure-se como potencialmente significativo e deve ser aplicado quando esse não é familiar ao estudante. E o **organizador comparativo**, como o próprio nome faz referência, deve ser aplicado quando o novo material é relativamente familiar, para que ocorra uma comparação entre o conhecimento apresentado e o conhecimento já existente na estrutura cognitiva.

A fundamentação lógica para a utilização dos organizadores baseia-se essencialmente em três principais pontos:

1. A importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias *logicamente* significativas se tornem *potencialmente* significativas e as novas ideias *potencialmente* significativas se tornarem *realmente* significativas (i.e., possuírem novos significados), bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável.
2. As vantagens de se utilizarem as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como ideias ancoradas ou subsunçores, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução. Devido à maior aptidão e especificidade da relevância das mesmas, também usufruem de uma maior estabilidade, poder de explicação e capacidade integradora inerentes.
3. O facto de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e estarem explicitamente relacionados com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem (AUSUBEL, 2000, p. 12).

Assim, apresentar um organizador prévio a um aprendiz antes de o confrontar o próprio material de instrução, melhora, essencialmente, os efeitos positivos das três variáveis da estrutura cognitiva acima consideradas. Independente da escolha por um organizador expositivo ou comparativo, é de suma importância sua aplicação quando se refere ao estudo da eletroquímica, pois mesmo tendo acesso a dispositivos que funcionam por princípios eletroquímicos (como citado anteriormente), os estudantes não relacionam naturalmente essa aplicabilidade.

Conclui-se assim, que os organizadores prévios podem ser usados para suprir uma falta de subsunçores, bem como, podem servir como pontes cognitivas entre os novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes.

É notável que os pressupostos de Ausubel nos remete a concluir que existem duas condições essenciais para que a aprendizagem significativa ocorra: a predisposição para aprender e o material de aprendizagem. Desta forma, deve-se deter uma atenção especial como as sequências de ensino são apresentadas ao estudante. Para isso, o tópico a seguir argumentará sobre a importância do desenvolvimento das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para a aprendizagem significativa, uma vez que o produto desse estudo se baseará na construção, aplicação e avaliação de uma UEPS.

4.2 A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS

Moreira (2012) menciona que são essencialmente duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender, de forma que:

A primeira condição implica que:

- 1) O material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-litera a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e
- 2) O aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não- literal

A segunda condição:

É talvez mais difícil de ser satisfeita do que a primeira: o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não- literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender. Salientando que não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 08).

É importante enfatizar que é o estudante que atribui significado aos materiais, desta forma, não existem aulas significativas nem tão pouco materiais significativos, o material só pode ser potencialmente significativo, pois o significado está nas pessoas e não nos materiais. Sendo assim, Moreira (2012) propõe a construção de *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*, que são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino,

aquela voltada diretamente à sala de aula. Nesta perspectiva, o autor relata que três pontos devem ser levados em consideração para a construção da UEPS:

Objetivo: desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.

Filosofia: só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

Marco teórico: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009), as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005) (MOREIRA, 2012, p. 02).

Pautado na Aprendizagem Significativa de David Ausubel, Moreira (2012) destaca alguns princípios norteadores para a construção de uma UEPS, que são eles:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel); pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema pode funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);

- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira, 2012, p. 02:03).

Simultaneamente, são indicados aspectos sequenciais (passos) que deve ser levado em consideração quando se pretende desenvolver um trabalho com base nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS):

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma

perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais (MOREIRA, 2012, p. 03:04).

A utilização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativa no processo de ensino e aprendizagem das ciências vem se destacando nas discussões da área. No Ensino de Física, destacamos o trabalho de Coelho, Teixeira, Oliveira e Meira (2017), que objetiva abordar o conteúdo de espelhos esféricos. Nele, os autores desenvolvem uma UEPS a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes e posteriormente utiliza-se de situações problema e objetos concretos para conduzir a aprendizagem de conceitos básicos de Física óptica de espelhos esféricos. Ao final, os autores relatam que observaram que os estudantes estiveram mais motivados a aprender e apresentaram resultados melhores nas avaliações.

Em Matemática, encontramos o trabalho de Brum e Silva (2015), que busca apresentar os resultados de uma pesquisa realizada com estudantes do 2º Ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública de Tijucas/Santa Catarina. Eles utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa para propor uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o conteúdo de Probabilidade. Para os autores, a presença de uma diversidade de atividades oportunizadas por uma UEPS, conduz o estudante a desempenhar um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, através de atividades que os levam a pensar, refletir, comparar, organizar, sintetizar os conhecimentos apresentados.

Em Biologia, encontramos o trabalho de Santos, Hygino e Marcelino (2017), que também utilizam os oito passos da UEPS e aplica uma sequência de aulas sobre a temática água,

numa turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual, utilizando estratégias diversificadas, recursos tecnológicos e ambiente não formal de ensino. Para os autores:

“...partir da UEPS o professor de ciências tem condições de elaborar suas aulas de forma condizente com o desejável para o ensino atual e, assim propiciar um melhor aprendizado para seus alunos, pois, cada passo desta metodologia pode ser trabalhado de forma contextualizada, buscando sempre a aprendizagem significativa e a promoção de uma adequada alfabetização científica. A promoção de discussões e participação ativa dos alunos, ao invés da passividade de apenas ouvir o professor sentados em sala de aula vai ao encontro dos objetivos de um ensino de ciências que visa à formação para a cidadania” (SANTOS, HYGINO e MARCELINO, 2017, p. 903).

Nesta mesma linha de pensamento, em Química, Raber (2015) defende em sua dissertação a utilização de uma UEPS para abordar o conteúdo de Energia e Ligações Químicas. Para o autor, o uso dessa estratégia para abordagem de conteúdos proporciona a inclusão de conhecimentos contextualizados e uma aproximação dos conhecimentos científicos à prática pedagógica, bem como uma diversificação de práticas educativas, buscando contribuir na apresentação dos conhecimentos que os estudantes devem saber acerca dos assuntos trabalhados (RABER, 2015, p. 72).

Ronch, Zoch e Locatelli (2015) propõem o desenvolvimento e a aplicação de uma UEPS para introduzir o tema nutrição numa turma do 3º Ano do Ensino Médio, de forma interdisciplinar, através das disciplinas de Química e Biologia. Para os autores, a UEPS proporciona ao estudante um ambiente propício a construção de um conhecimento com significado, bem como observaram que os alunos interagiram bem com as atividades que discutiram situações do contexto. E através da construção de Mapas Conceituais, no geral, observaram que ocorreu a construção de relações entre conceitos bioquímicos de modo interdisciplinar. E que a partir da análise das atividades de sistematização, os estudantes demonstraram que ocorreu uma aprendizagem significativa dos conceitos desenvolvidos. E acrescentam que:

“estratégias como a UEPS auxiliam o professor no trabalho com os conteúdos e possibilitam uma maior interação dos estudantes com os conceitos, muitas vezes, desconexos da sua realidade. Nesse sentido, a utilização de temas considerados potencialmente significativos colabora nessa interação dos estudantes, fazendo com que estes atuem como organizadores prévios e subsunçores para ancoragem de conceitos a serem construídos” (RONCH, ZOCH e LOCATELLI, 2015, p. 497).

Os trabalhos que indicam a utilização de UEPS procuram estabelecer uma relação de sua aplicação com a construção de mapas conceituais, provavelmente pelo fato do oitavo passo

sequencial para construção dessas unidades, mencionar que uma UEPS só será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. Sendo assim, uma forma de identificar indícios de uma construção de conhecimento durante a aplicação das aulas é a utilização da construção de mapas conceituais, uma vez que os mapas conceituais são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p. 01).

Desta forma, a seguir discorreremos sobre o papel dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem.

4.3 OS MAPAS CONCEITUAIS.

Mapas conceituais devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento (MOREIRA, 2006, p. 10). Em seus pós-escritos, o autor salienta a importância de se entender a essência dos mapas conceituais, principalmente devido sua popularização. Para evitar que os mapas conceituais sejam confundidos com os diagramas e esquemas, o referido autor enfatiza que os mapas devem ser entendidos como:

“diagramas de conceitos, apenas conceitos e relações entre conceitos, com algum tipo de hierarquia entre eles. Nesses diagramas os conceitos aparecem sempre representados por palavras-conceito ("nomes" dos conceitos) geralmente circunscritas por alguma figura geométrica (elipses, retângulos, por exemplo) que nada significa. As relações são expressas por linhas (de forma arbitrária) conectando as palavras-conceito. Sobre essas linhas, escrevem-se outras palavras que funcionam como conectivos, de modo que os dois conceitos mais o conectivo sugiram uma proposição (não uma frase completa) que dê uma ideia da relação entre eles” (MOREIRA, 2006, p. 48).

Moreira também destaca que um mapa conceitual pode ser utilizado em qualquer etapa do processo de aprendizagem:

Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já

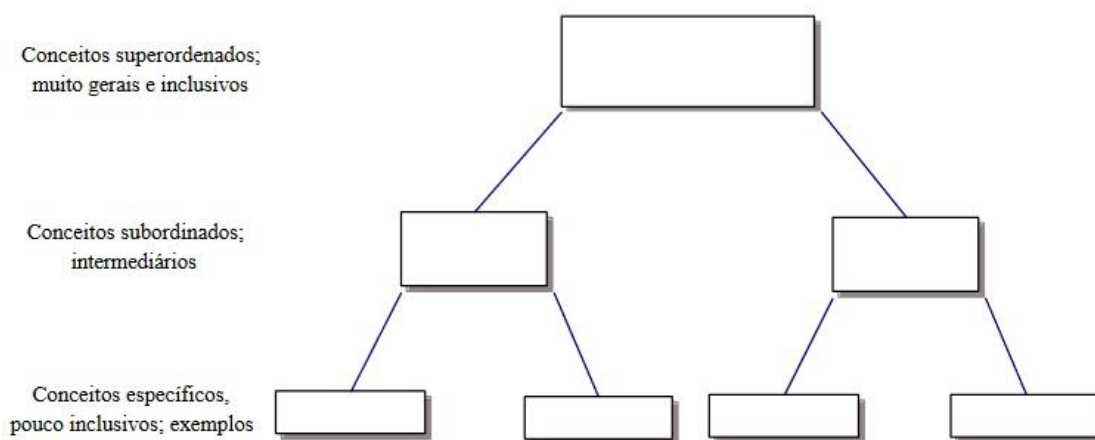
tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 06).

Vale ressaltar, que não há regras gerais fixas para a produção de mapas de conceitos. Porém, tomando como base o princípio ausubeliano (Ausubel, 1980) da diferenciação conceitual progressiva, Moreira (2006, p. 10) demonstra um modelo simplificado para fazer um mapa conceitual. O autor relata que para a construção de um mapa conceitual devemos seguir as seguintes regras:

“os conceitos mais gerais e inclusivos aparecem na parte superior do mapa. Prosseguindo, de cima para baixo no eixo vertical, outros conceitos aparecem em ordem descendente de generalidade e inclusividade até que, ao pé do mapa, chega-se aos conceitos mais específicos. Exemplos também podem aparecer na base do mapa. Linhas que conectam conceitos sugerem relações entre os mesmos, inclusive relações horizontais” (MOREIRA, 2006, p. 10).

Esse modelo pode ser observado na Figura 2.

Figura 2- Um modelo para mapeamento conceitual segundo a teoria de Ausubel.



Fonte: MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais e Diagrama V (2006). Extraído do trabalho "Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa", de M. A. Moreira, publicado em Ciência e Cultura, 32(4):474-479, 1980. Disponível em: http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf.

Esses mapas conceituais podem ser empregados em diferentes perspectivas. Moreira (2006) menciona três maneiras diferentes de utilizá-los no ambiente escolar, tais como: i) instrumentos didáticos, ii) instrumento de avaliação e iii) recurso para análise do conteúdo

Como **instrumentos didáticos**, são utilizados para demonstrar as relações hierárquicas entre os conceitos abordados num determinado conteúdo, explicitando as relações de subordinação e superordenação que possivelmente afetarão a aprendizagem desses conceitos

(MOREIRA, 2006, p. 16). Nesta perspectiva, Rocha e Spohr (2016) procuram em seu trabalho investigar a contribuição do uso de Mapas Conceituais como instrumento didático promotor de aprendizagem em distintos níveis de ensino, identificando indícios da aprendizagem significativa. Para os autores, os Mapas Conceituais são instrumentos focados no aluno e não no professor. Sendo assim, eles colaboram com o desenvolvimento de habilidades e da capacidade do aprendiz em organizar, relacionar e representar o conhecimento que possui através da disposição e interligação de conceitos, podendo assim, serem utilizados como ferramentas de ensino. Bem como, enfatizam que os Mapas se configuram como instrumentos didáticos atuais e abrangentes que podem ser aplicados em diferentes níveis de ensino, fornecendo aos professores suporte para identificar os subsunçores que são tão importantes no processo de ensino e mapear evidências da existência da aprendizagem significativa (ROCHA e SPOHR, 2016, p. 50).

Como **instrumento de avaliação**, essa utilização nos remete a uma postura diferenciada em relação ao conceito de avaliar, pois aqui não se procurar testar o conhecimento e/ou atribuir uma nota. A proposta é identificar/conhecer o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de um determinado conteúdo de ensino (MOREIRA, 2006, p. 19). Freitas Filho, Freitas, Freitas e Tavares (2013) utilizam essa premissa para realizar uma pesquisa com estudantes do 3º Ano do Ensino Médio, no intuito de investigar indícios de Aprendizagem Significativa através da utilização de Mapas Conceituais como instrumento de avaliação para o conteúdo de Haletos Orgânicos relacionados a temática agrotóxicos. Ao analisar as versões finais dos mapas conceituais construídos pelos estudantes, os autores, mencionam que perceberam um crescimento a nível conceitual dos estudantes, além do estabelecimento correto das relações e hierarquias entre estes conceitos.

Por fim, como **recurso para análise do conteúdo**, ou seja, como ferramenta para que se tenha um bom planejamento de currículo, oportunizando que o planejador dos currículos estabeleça diferenças entre o conteúdo que se espera que seja aprendido e aquele que servirá de veículo para a aprendizagem (Stewart et al., 1979 apud MOREIRA, 2006, p. 26).

A partir dos pontos elencados até o momento, foi possível planejar, aplicar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) em turmas do 2º e 3º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual José Joaquim, com foco na temática Eletroquímica. E para melhor fundamentar esse planejamento, foi realizado um levantamento teórico sobre as possibilidades/planos/estratégias de ensino que envolvem o conteúdo da eletroquímica.

4.4 O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETROQUÍMICA: UMA REVISÃO DAS POSSIBILIDADES

A Eletroquímica é um ramo da Físico-Química que trata do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e do uso da eletricidade para forçar as reações químicas não-espontâneas acontecerem (eletrólise). A célula eletroquímica é um dispositivo em que uma corrente elétrica – o fluxo de elétrons através de um circuito – é produzida por uma reação química espontânea ou é usada para forçar a ocorrência de uma reação não-espontânea. Um exemplo desse tipo de célula é a galvânica, em que uma reação química espontânea é usada para gerar uma corrente elétrica (pilhas). Uma coleção de células galvânicas interligadas em série é denominada de bateria. A pilha de Daniell é um exemplo antigo da célula galvânica que usa a oxidação do cobre pelos íons de zinco (ATKINS, 2001, p. 539;543).

Para compreensão dos fenômenos envolvidos nos processos de produção química da eletricidade é necessário que o estudante apresente o conhecimento prévio sobre certos conteúdos, tais como: reações de oxirredução, por exemplo.

Esses conteúdos podem ser abordados de diversas formas em sala de aula, uma vez que as células eletroquímicas e as reações redox estão presentes em nosso cotidiano, seja através da utilização de pilhas nos aparatos tecnológicos, no emprego das reações redox na indústria química ou até mesmo nos prejuízos/danos decorrentes do descarte inadequado de pilhas e baterias no ambiente.

Desta forma, em nossa proposta, as atividades presentes na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com foco no conteúdo da Eletroquímica envolveram também os conhecimentos prévios necessários à sua compressão (reações redox, por exemplo). Porém, antes de iniciar sua construção é necessário salientar a importância de um levantamento sobre os trabalhos que abordam esse conteúdo. Sendo assim, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre a abordagem da Eletroquímica no Ensino Médio da Escola Básica. A seleção foi realizada utilizando palavras-chave como: “eletroquímica”, “corrosão”, “pilhas”, “reações de oxirredução” e “eletrólise”, todas pertinentes ao contexto desse conteúdo de ensino. Após a identificação desses termos no título de diferentes trabalhos, procurou-se identificar no resumo de cada um, o objetivo central da proposta e se realmente o foco era a abordagem do conteúdo de eletroquímica no contexto de aplicação da sala de aula. A Tabela 3 representa a quantidade de trabalhos publicados no cenário brasileiro nos últimos dez anos, período entre 2007 à 2017 e com foco no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo da Eletroquímica nas principais revistas e/ou eventos da área do Ensino de Química e das Ciências.

Tabela 3- Quantidade de trabalhos publicados no período de 2007 à 2017 com foco no conteúdo da Eletroquímica nos principais eventos e revistas no cenário brasileiro.

REVISTA/EVENTO	ANO										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ALEXANDRIA	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM REVISTA	00	00	00	00	00	00	00	01	00	00	00
CADERNO DE ENSINO DE FÍSICA	00	00	00	00	02	00	00	00	00	00	00
CIÊNCIA E COGNIÇÃO	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
ENEQ	----	06	----	04	----	08	----	25	----	05	----
ENPEC	00	----	01	----	03	----	01	----	02	----	03
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
QNESC	01	01	01	01	02	00	02	01	01	01	02
RASBQ	01	04	02	01	06	00	00	06	03	02	00
REBEQ	00	00	00	00	00	02	00	00	00	00	01
REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Fonte: Própria

A Tabela 3 fornece uma visão geral da quantidade de trabalhos publicados em algumas revistas e/ou eventos que objetivam discutir o processo de ensino e aprendizagem das Ciências e do Ensino de Química. A mesma foi construída a partir de um levantamento inicial em bases como o periódico capes e google acadêmico onde encontramos que há uma concentração de pesquisas publicadas para esse conteúdo nas seguintes comunidades e revistas: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, **Encontro Nacional de Química (ENEQ)**, **Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ)** e na **Revista Química Nova na Escola (QNEsc)**. Sendo assim, concentramos nossa análise nesses trabalhos. Sendo levantados um total de noventa e seis (96) pesquisas referentes a propostas de ensino sobre o conteúdo da Eletroquímica, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4- Total de trabalhos publicados nos encontros/revistas: ENEQ, ENPEC, RASBQ e QNEsc de 2007 a 2017.

REVISTA/ EVENTO	ANO											Total
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
ENEQ	----	06	----	04	----	08	----	25	----	05	----	48
ENPEC	00	----	01	----	03	----	01	----	02	----	03	10
QNEsc	01	01	01	01	02	00	02	01	01	01	02	13
RASBQ	01	04	02	01	06	00	00	06	03	02	00*	25
Total	02	11	04	06	11	08	03	32	06	08	05	96

* Não foi possível analisar as pesquisas apresentadas na RASBQ do ano de 2017, pois até a finalização deste trabalho ainda não estavam disponíveis no site SBQ.

No total, foram identificadas noventa e seis produções acadêmicas no período da pesquisa realizada (2007 a 2017), sendo essas distribuídas em quarenta e oito (48) trabalhos publicados no ENEQ, dez (10) no ENPEC, treze (13) na QNEsc e vinte e cinco (25) na RASBQ, entre trabalhos completos e resumos. Sendo possível perceber um número constante de trabalhos durante os anos citados, com exceção do ano de 2014 que teve um maior número de publicações trinta e dois (32) todos com foco na abordagem desse conteúdo no âmbito escolar.

Após a identificação desses trabalhos, procuramos observar no resumo de cada um o objetivo central da proposta e se realmente o foco era a abordagem do conteúdo de eletroquímica no contexto de aplicação da sala de aula, avaliando as diferentes estratégias de aprendizagem que surgiam. No intuito de identificar as principais estratégias/metodologias de ensino em cada trabalho, dividimos em catorze categorias emergentes (Tabela 5), que indicam a classificação de acordo com o tipo de estratégia utilizada para abordar os conceitos da eletroquímica, assim o código (1) representa as propostas cujo o foco é o uso de atividades experimentais, o código dois (2) para propostas que propõe uma unidade de ensino/sequência didática, os trabalhos que mencionam a importância da utilização das TIC's em sala de aula receberam o código três (3), sendo os demais códigos apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Estratégias/Metodologias apresentadas nos trabalhos e seus respectivos códigos.

CÓDIGO	ESTRATÉGIA/METODOLOGIA/
1	Experimentação/Metodologia Investigativa
2	Unidade de Ensino/Sequência Didática/Sequência de Ensino-Aprendizagem

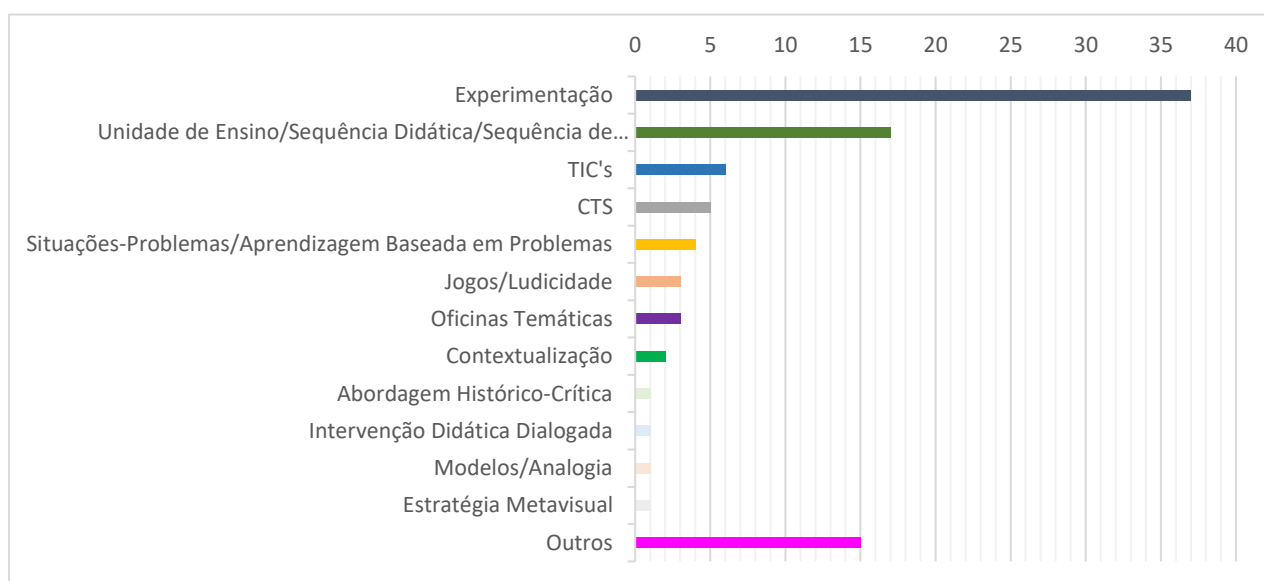
3	TIC's
4	CTS
5	Situações-Problemas/Aprendizagem Baseada em Problemas
6	Jogos/Ludicidade
7	Oficinas Temáticas
8	Contextualização
9	Abordagem Histórico-Crítica
10	Intervenção Didática Dialogada
11	Modelos
12	Analogia
13	Estratégia metavisual
14	Outros

Fonte: Própria

Como alguns trabalhos apresentam duas ou mais estratégias para abordar esse conteúdo, eles receberam o mesmo código, já que encontramos semelhanças nos fundamentos didático-pedagógicos.

No intuito de apresentar de forma quantitativa o número de trabalhos encontrados, apresentamos o Figura 3 que expressa o número de trabalhos por estratégia/metodologia de ensino.

Figura 3- Principais Estratégias/Metodologias encontradas nos trabalhos.



Fonte: Própria

Um panorama geral desses trabalhos pode ser apreciado na Tabela 6, que traz o ano e o local de publicação, o título e o(s) autor(es), o código referente a estratégia didática que definimos para esta pesquisa e o conteúdo/temática que cada trabalho aborda, sendo essa última classificação uma forma que encontramos de mostrar facilmente a diferentes professores de química como consultar cada uma dessas propostas a partir desta pesquisa. Acreditamos que essa proposta de consulta seja uma forma de facilitar/orientar o trabalho de diferentes professores de química da educação básica, tendo em vista que o tempo destinado a pesquisas relativas a novas propostas e/ou estratégias de ensino se configura como algo escasso na atividade docente. Nesse sentido, foi listado por ordem cronológica os trabalhos encontrados na busca, vide Tabela 6:

Tabela 6- Panorama geral dos trabalhos publicados no período de 2007 a 2017, nos encontros/revistas: ENEQ, ENPEC, RASBQ e QNEsc.

LOCAL/ANO DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO DO TRABALHO/AUTOR(ES)	CÓDIGO	TEMÁTICA/CONTEÚDO
QNEsc/2007	CORROSÃO DE METAIS POR PRODUTOS DE LIMPEZA (SOUZA, E. T. de; SOUZA, C. A. de; MAINIER, F. B.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F.)	1	CORROSÃO
RASBQ/2007	EXPERIMENTOS DE CORROSÃO (OLIVEIRA, T. da S.; SOUZA, C. A. de; SOUZA, E. T. de; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F.; MAINIER, F. B.)	1	CORROSÃO
QNEsc/2008	ESCURECIMENTO E LIMPEZA DE OBJETOS DE PRATA - UM EXPERIMENTO SIMPLES E DE FÁCIL EXECUÇÃO ENVOLVENDO REAÇÕES DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO (SARTORI, E. R.; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, O.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
ENEQ/2008	UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO NO COTIDIANO - UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO INTEGRADO (GUIMARÃES, B. de S.; SILVEIRA, N. G.; GALIAZZI, M. do C.)	2	CORROSÃO
	ELABORAÇÃO DE UMA HIPERMÍDIA SOBRE ELETRÓLISE PARA O ENSINO DE QUÍMICA (LEITE, B. S.; SILVA, A. A. da; LEÃO, M. B. C.)	3	ELETRÓLISE
	MAREIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA (MAIA, J. de O.; SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. dos; SILVA, A. F. A. da; WARTHA, E. J.)	2	ELETROQUÍMICA
	CONSTRUINDO PILHAS: RELATO DE UMA PRÁTICA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA ENVOLVENDO ALUNOS DO ENSINO MÉDIO (NEGREIROS, S. M. R.; MATSUMOTO, F. M.; GUIMARÃES, O. M.)	1	PILHAS/BATERIAS
	ELETROQUÍMICA – O DESAFIO: CONSTRUINDO JOGOS EM SALA DE AULA NO ENSINO MÉDIO (MEYER, A. L.; GUIMARÃES O. M.)	6	ELETROQUÍMICA
	ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE PILHAS E BATERIAS: UMA ABORDAGEM CTS EM SALA DE AULA DE QUÍMICA (FIRME, R. do N.; AMARAL, E. M. R. do; BARBOSA, R. M. N.)	2 – 4	PILHAS/BATERIAS
RASBQ/2008	ESCURECIMENTO E LIMPEZA DE OBJETOS DE PRATA – UM EXPERIMENTO SIMPLES ENVOLVENDO REAÇÕES DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO (SARTORI, E. R.; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, O.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	EXPERIMENTOS DE OXIDAÇÃO DE ETANOL BASEADOS NAS REAÇÕES PRINCIPAIS DE UM BAFÔMETRO, UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO (BUSTAMANTE, F. L. de S.; CÔRTEZ, C. E. da S.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	UMA ANÁLISE COMPARATIVA DA ARGUMENTAÇÃO DE GRADUANDOS EM QUÍMICA SOBRE A RESOLUÇÃO DE CASOS RELACIONADOS AO TEMA CORROSÃO (SÁ, L. P.; VELLOSO, A. M. de S.; MOTHEO, A. de J.; QUEIROZ, S. L.)	5	CORROSÃO
	EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA UTILIZANDO O RETROPROJETOR: CORROSÃO ANÓDICA DO FERRO (SOUZA JÚNIOR, E. V. de; VIANA, B. F. L.; GOMES, F. B.; BESSLER, K. E.)	1	CORROSÃO
QNEsc/2009	MAREIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA	2	CORROSÃO

	(SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. dos; MAIA, J. de O.; SILVA, A. F. A. da; WARTHA, E. J.)		
ENPEC/2009	A INVESTIGAÇÃO ORIENTADA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA (BIANCHINI, T. B.; ZULIANI, S. R. Q. A.)	1	ELETROQUÍMICA
RASBQ/2009	ENERGIA E TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA - IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR PILHAS (MENDONÇA, A. S.; SANTOS, R. P. dos; ANDRADE, D.; RIBEIRO, T. N.)	2	PILHAS/BATERIAS
	DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PORTÁTIL PARA PRÁTICAS ELETROQUÍMICAS (ALMEIDA, C. L. da C.; RODRIGUES, F. N. N. de A.; PENHA, A. F. da; MOREIRA, B. C. T.; VIRGENS, C. F. das)	1	ELETROQUÍMICA
QNESEC/2010	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA EM UMA ESCOLA MILITAR (SCAFI, S. H. F.)	8	ELETROQUÍMICA
ENEQ/2010	ENSINANDO ELETROQUÍMICA: O QUE OS ALUNOS QUEREM SABER? (RAMOS, E. A.; PEREIRA, J. A.; LOPES, S. A.; PINHEIRO, P. C.)	2	ELETROQUÍMICA
	PILHAS E BATERIAS: USOS E DESCARTES X IMPACTOS AMBIENTAIS (ROA, K. R. V.; SILVA, G.; NEVES, L. B. U. das; WARIGODA M. S.)	2	PILHAS/BATERIAS
	UTILIZANDO A METODOLOGIA INVESTIGATIVA PARA DIMINUIR AS DISTÂNCIAS ENTRE OS ALUNOS E A ELETROQUÍMICA (BIANCHINI, T. B.; ZULIANI, S. R. Q. A.)	1	ELETROQUÍMICA
	A IMPORTÂNCIA DO ESTÍMULO A RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS NO ENSINO MÉDIO (RODRIGUES, A. M.; SILVA, A. G.; SOUZA, D. A.; R. FILHO, H. A.; VARÃO, L. H. R.)	13	PILHAS/BATERIAS
RASBQ/2010	NOVAS POSSIBILIDADES PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM EM ELETROQUÍMICA: QUEM NÃO GOSTA DE SE SENTIR ARTISTA? (FISCHER, L. M. L.; BUCI, J. R.)	6	CORROSÃO
QNESEC/2011	SISTEMAS EXPERIMENTAIS PARA O ESTUDO DA CORROSÃO EM METAIS (MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B.)	1	CORROSÃO
	UMA PROPOSTA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA SOBRE A REATIVIDADE DE METAIS (FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P. da; BUZATTO, M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, E. L.)	2	REATIVIDADE DE METAIS
ENPEC/2011	A CONSTRUÇÃO DE FLEXQUESTS SOBRE ELETROQUÍMICA POR PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA (SANTOS, I. G. de S.; LEÃO, M. B. C.)	3	ELETROQUÍMICA
	DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA SEGUNDO LICENCIANDOS DE QUÍMICA (FREIRE, M. da S.; SILVA JÚNIOR, C. N. da; SILVA, M. G. L. da)	13	ELETROQUÍMICA
	ANÁLISE E VALIDAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO COM ABORDAGEM CTS: O DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS (FIRME, R. do N.; AMARAL E. M. R. do)	2 – 4	PILHAS/BATERIAS
RASBQ/2011	ENSINO DE ELETROQUÍMICA: ALGUMAS DIFICULDADES DE ESTUDANTES (ZITTEL, R.; MILARÉ, T.; FREIRE, L. I. F.)	13	ELETROQUÍMICA

	AVALIAÇÃO DE UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA (CZEKSTER, H. C.; AGOSTINHO, S. M. L.; MAXIMIANO, F. A.)	5	ELETROQUÍMICA
	PILHAS E O MEIO AMBIENTE: ABORDAGEM DA TEMÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS (SILVA, E. P.; SANTOS, D. A. dos; SANTOS, J. S.; SANTOS, L. R. L.; MACHADO, E. S.; SANTOS, M. L.; LIMA, J. P. M.)	7	PILHAS
	OS FENÔMENOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS NO BAFÔMETRO: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DA OXIDAÇÃO E REDUÇÃO (SOUZA, G. S.; NASCIMENTO FILHO, A. P. do; CHINELLI, M. V.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	MINIATURIZAÇÃO DE UMA CÉLULA ELETROQUÍMICA VISANDO MINIMIZAR OS RESÍDUOS GERADOS EM UM EXPERIMENTO DIDÁTICO DE VOLTAMETRIA CÍCLICA (PAIOLA, I. F.; SANTOS, A. L. dos; R. M. Takeuchi)	1	ELETROQUÍMICA
	CONSTRUINDO PILHAS: UMA ATIVIDADE PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA (MATOS, L. A. C.; BANCZEK, E. do P.; TAKATA, N. H.)	1	PILHAS/BATERIAS
ENEQ/2012	A REPRESENTAÇÃO EXPERIMENTAL DA PILHA DE DANIELL NOS LIVROS DIDÁTICOS: UM ERRO QUESTIONADO (FONTES, A. M.; LOURENÇO, M. F. de P.; MESSEDER, J. C.)	13	PILHAS/BATERIAS
	A FOTOGRAFIA CONVENCIONAL COMO UMA TÉCNICA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA (KREUZ, A.; SCHARF, M.; SILVA, C. E.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	EXPERIMENTOS COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM DE PROCESSOS DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO: UMA ANÁLISE DA LINGUAGEM QUÍMICA (BENIGNO, A. P. A.; OLIVEIRA, P. C. C. de; FRANCISCO JUNIOR, W. E.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO E DA QUESTÃO AMBIENTAL NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: MONTAGEM DA PILHA DE DANIELL COM GERENCIAMENTO DOS COMPOSTOS GERADOS (NASCIMENTO, M. C.; GONZALES, C. E. F.)	1	PILHAS/BATERIAS
	CONCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O TEMA ELETROQUÍMICA ATRAVÉS DE ATIVIDADE DO PROJETO PIBID NUMA ESCOLA DA BAIXADA FLUMINENSE (CAMPELO, C. da S. C.; SANTOS, ALVES, C. F.; SÁ, T. R. de; CASTRO, D. L. de; PINTO, K. G. de A.; SOUTO, K. C.; JESUS, V. L. B. de; VIANA, S. da S.; VIEIRA, A. F.)	1	ELETROQUÍMICA
	PILHAS E BATERIAS COMO TEMA PARA EXPLORAR REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEL NO ENSINO MÉDIO (BRITO, V. B.; SANTOS JÚNIOR, E. P. dos; KIOURANIS, N. M. M.; RODRIGUES, M. A.; FÁVERO, L. O. B.)	7	PILHAS/BATERIAS
	DESCARTE CORRETO DE PILHAS E BATERIAS: PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ESCOLA ESTADUAL MARIA DAS DORES BRASIL, BOA VISTA, RORAIMA (BESSA, I. O.; MEDEIROS, I. J. S.; RIZZATTI, I. M.)	13	PILHAS/BATERIAS

	PILHADOS: UM SOFTWARE PARA O ENSINO DE PILHAS (SANTOS, D. O.; SILVA, G. S. da; SUSSUCHI, E. M.)	3	PILHAS/BATERIAS
Qnesc/2013	A GOTA SALINA DE EVANS: UM EXPERIMENTO INVESTIGATIVO, CONSTRUTIVO E INTERDISCIPLINAR (MATOS, L. A. C.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. do P.)	1	CORROSÃO
	CONSTRUÇÃO DE UMA CÉLULA ELETROLÍTICA PARA O ENSINO DE ELETROLÍSE A PARTIR DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO (SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B. dos; TRENCH, A. B.; FATIBELLO-FILHO, O.)	1	ELETROLÍSE
ENPEC/2013	O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM (NUNES, C. T. da S.; DIAS, A. A. S. L.; GAMA, A. de J.; SANTOS, J. L. dos; SILVA, J. C.; SILVA, E. L. da)	2	ELETROQUÍMICA
Qnesc/2014	HISTÓRIA DA CIÊNCIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: ELETROQUÍMICA COMO OBJETO DE INVESTIGAÇÃO (PITANGA, A. F.; SANTOS, H. B. dos; GUEDES, J. T.; FERREIRA, W. M.; SANTOS, L. D. dos)	13	HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS
ENEQ/2014	ANALISANDO UMA UNIDADE DIDÁTICA: REFLEXÕES SOBRE A FORMAÇÃO CONTINUADA POR MEIO DE UM GRUPO DE ESTUDOS (KATO, C. M.; SILVEIRA, M. P. da; KIOURANIS, N. M. M.; SILVA, O. S. da)	2	ELETROQUÍMICA
	ABORDAGEM CONTEXTUALISTA SOBRE CONCEITOS DE ELETRICIDADE E PILHA: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (SANTOS, M. E. M.; REIS, N. A. dos; SILVA, E. L. da)	13	ELETRICIDADE
	O USO DO ÁUDIO E VÍDEO SOBRE “CORROSÃO” NO ENSINO DE REAÇÕES REDOX E ELETROQUÍMICA SOB DIFERENTES OLHARES DISCENTES – ESTUDO DE CASO (CHACON, E. P.; RIBEIRO, C. M. R.; BORGES, M. N.)	3	CORROSÃO
	USANDO PILHAS E BATERIAS, INSTRUMENTOS FACILITADORES DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO MÉDIO (NASCIMENTO, M. G. da S.; MELO, N. M. de C. O.; REGIANI, A. M.)	2	PILHAS/BATERIAS
	A INTERVENÇÃO DIDÁTICA DIALÓGICA COMO PROPOSTA MOTIVACIONAL NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA (SILVA, H. M. N. da; FERNANDES, A. C.; SOUZA, J. P. I. de)	10	ELETROQUÍMICA
	ANÁLISE DAS DIFICULDADES CONCEITUAIS DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA. (LIMA, J. C.; Teixeira Júnior, J. G.)	13	ELETROQUÍMICA
	COMPARAÇÃO DOS MODOS DE AÇÃO DE DUAS PROFESSORAS EM AULAS SOBRE PILHAS ELETROQUÍMICAS. (BARROSO, M. T.; KERMEN, T.)	13	PILHAS/BATERIAS
	O ESTUDO DA ELETROQUÍMICA NA METODOLOGIA DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS (SILVA, J. H. da; FERREIRA, J. R. N.; FERNANDES, P. R. D.; PEREIRA, A. W.; SILVA, F. de A.; FERREIRA, U. V. S.)	5	ELETROQUÍMICA

CONSTRUÇÃO DE UMA PILHA ALTERNATIVA COMO MECANISMO FACILITADOR DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM (LIRA, F. L. C.; SILVA, F. A. S. da)	1	PILHAS/BATERIAS
ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA PARA FAVORECER O APRENDIZADO DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO (SALGUEIRO, L. A.; SALGUEIRO, B. A.; COSTA, A. C. dos S.; NUNES, R. S.)	1	CINÉTICA/ELETROQUÍMICA
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEMÁTICA ELETROLÍSE (VIEIRA, D. da C.; SILVA JUNIOR, A. de S. e; MARTINS, A. M.; SILVA, T. de M. e; ARAÚJO, A. C. de S.; SILVA, M. D. de B.; DINIZ, V. W. B.)	1	ELETROLÍSE
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA: PILHA E ELETROLÍSE (MOURA, A. L.; MATA, M. M. S.; CUSTÓDIO, A. C.; CORREIA, J. K.; SOUZA, F. R. de; SILVA; L. A. da)	1	ELETROLÍSE
ELETROFORÇA: A ELETROQUÍMICA TRABALHADA EM UM CONTEXTO LÚDICO (MACIEL, J. A.; SANTOS, A. L.; NÓBREGA, D. de S.)	6	ELETROQUÍMICA
AS CONCEPÇÕES SOBRE PILHAS NO ÂMBITO DE UM CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA EM GOIÁS (GOMES, J. N.; PEREIRA, L. de L. S.)	13	PILHAS/BATERIAS
AVALIAÇÃO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA CORROSÃO ELETROQUÍMICA DO AÇO USANDO ESTRATÉGIAS ANALÓGICAS (RODRIGUES, L. P.; MAIA, F. M.; FERREIRA, D. C.; COSTA SOBRINHO, J. A.; FIELD'S, K. A. P.)	11	CORROSÃO
CONEXÕES ENTRE CINÉTICA QUÍMICA E ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (SILVA, R. M. da; SILVA, R. C. da; ALMEIDA, M. G. O. de; AQUINO, K. A. da S.)	1	CINÉTICA/ELETROQUÍMICA
ESTRATÉGIA METAVISUAL NO AUXÍLIO A RECONHECER SUBMICROSCOPICAMENTE DIFERENÇAS DE TAMANHO (ÁTOMO/CÁTION) NUMA INTERAÇÃO ELETROQUÍMICA (LOCATELLI, S. W.; ARROIO, A.)	12	ELETROQUÍMICA
MODELOS PARA CONDUÇÃO ELÉTRICA EM SOLUÇÃO ELETROLÍTICA PROPOSTOS POR ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO (SANTOS, I. F. dos; SANTOS, D. C. dos; CORTES JÚNIOR, L. P.)	1	ELETRICIDADE
CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE CÉLULA GALVÂNICA E CÉLULA ELETROLÍTICA APÓS EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA (BARRETO, B. dos S. J.; BATISTA, C. H.; COUTINHO, R. S.; SOUSA, N. O.; SANTOS, L. D. dos; CRUZ, M. C. P.)	1	ELETROQUÍMICA
UTILIZAÇÃO DE UM BIOSSENSOR PARA DOSAGEM DE TRIGLICERÍDEOS EM CALDOS INDUSTRIALIZADOS UTILIZADOS NA CULINÁRIA BRASILEIRA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA (GOMES, G. S.; FREITAS, K. C. S. de; LIMA, A. de A.; SILVA, S. A. da; SOUZA, S. R. de)	1	ELETROQUÍMICA

	ANÁLISE DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM AULAS DE QUÍMICA E A RESOLUÇÃO DE QUESTÕES DO ENEM (SANTOS, R. A.; QUEIROZ, C. F. O. de; DIB, J. H. K.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO/PILHAS
	O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DA ELETROQUÍMICA (LAZZARIS, M. J.; DIAS, R. C. E.; LUCA, A. G. de)	3	PILHAS
	PROCESSO METODOLÓGICO UTILIZADO PELOS PROFESSORES DE QUÍMICA DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO NO CONTEÚDO DE OXIRREDUÇÃO (REZENDE, D. da S.; SILVA, P. P. da; SILVA, J. F. da)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	O LABORATÓRIO EM SALA DE AULA: LICENCIANDOS EM QUÍMICA UTILIZAM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA APLICAÇÃO DO PROJETO DE INTERVENÇÃO EM ESTÁGIO SUPERVISIONADO (SOUZA, A. S. de; TIZZO, D. F.; MORAES, L. M. de; LOPES, S. A. C.; ALVES, B. H. P.; ANDRADE, L. V.)	1	ELETROLÍSE
RASBQ/2014	CUIDADOS COM O MEIO AMBIENTE ATRAVÉS DA TEMÁTICA: “PILHAS E BATERIAS (LOPES, J. A.; SÁ, K. D. M. de; LIAL, D. de S.; SOUZA, M. J. da S.; FIGUEIRÔA, J. A.; AUGUSTO FILHA, V. L. da S.; SILVA, H. C. da)	2	PILHAS/BATERIAS
	O ENSINO DE CORROSÃO ATRAVÉS DO MÉTODO ESTUDO DE CASOS (COSTA, F. F. P. da; SOUSA, I. de)	5	CORROSÃO
	USO DE DINÂMICAS CTS NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO (SILVA, H. M. N. da; FERNANDES, A. C.; SOUZA, J. P. I. de)	7 – 4	ELETROQUÍMICA
	EXPERIMENTO “BAFÔMETRO DE BAIXO CUSTO”, PARA CONTEXTUALIZAR O CONTEÚDO DE REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO, NO PROJETO PIBID IFRJ (SILVA, L. G. R. da; CASTRO, D. L. de; NETA, S. L. A.; COUTINHO, A. C.; PINTO, K. G. de A.; SILVA, S. B. R. da)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	CLASSIFICAÇÃO DE TAREFAS PREVISTAS EM ROTEIROS DE AULAS PRÁTICAS. UMA FORMA DE PERCEBER A CONCEPÇÃO DE UM EXPERIMENTO DIDÁTICO (BARROSO, M. T.; KERMEN, I.)	1	PILHAS/BATERIAS
	CORROSÃO DOS METAIS: UMA PROPOSTA DE ENSINO C.T.S. PARA UM CURSO PROFISSIONALIZANTE DE QUÍMICA DE NÍVEL MÉDIO (PEREIRA, L. A.; BOTELHO, M. L. S. T.)	2 – 4	CORROSÃO
QNESC/2015	EXPERIMENTO SOBRE A INFLUÊNCIA DO PH NA CORROSÃO DO FERRO (MAIA, D. J.; SEGRE, N.; SCATIGNO, A. C.; STELLA, M. B.)	1	CORROSÃO
ENPEC/2015	A MÚSICA COMO FERRAMENTA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA (COUTINHO, L. C. de S.; GHEDIN, E. L.; LIMA, R. C. P. de)	2	ELETROQUÍMICA
	REAÇÕES DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO: CONCEPÇÕES CONCEITUAIS DE ESTUDANTES DO NÍVEL MÉDIO (KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F.)	13	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
RASBQ/2015	ANÁLISES ESTATÍSTICA E PEDAGÓGICA DE ITENS ENVOLVENDO CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA DO ENEM (2009 A 2013) (MELO, B. M. N. de; SOUSA, E. C.; CINTRA, E. P.)	13	ELETROQUÍMICA

	CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA COMO UMA ALTERNATIVA METODOLÓGICA (FERREIRA, M. dos S.; SALGUEIRO, B. A.; SOUZA, A. A. de; SANTOS, B. L. dos; SILVA A. M. B. da; SANTOS, J. A. da S.; SILVA, E. A. da; COLLE, V. D.)	8	ELETROQUÍMICA
	A LOGÍSTICA REVERSA SOB O ENFOQUE DE PILHAS E BATERIAS (PINAÇO, C. L. M.; SOUZA, F. de M.; FINZI, S. N.; CINTRA, E. P.)	4	PILHAS/BATERIAS
Qnesc/2016	CONEXÕES ENTRE CINÉTICA QUÍMICA E ELETROQUÍMICA: A EXPERIMENTAÇÃO NA PERSPECTIVA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (SILVA, R. M. da; SILVA R. C. da; ALMEIDA, M. G. O. de; AQUINO, K. A. da S.)	1	CINÉTICA/ELETROQUÍMICA
ENEQ/2016	O DESENVOLVIMENTO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA COM O FOCO NA EXPERIMENTAÇÃO (RODRIGUES, R. P.; TIZZO, D. F.; TEIXEIRA, D. P. D.; REZENDE, G. A. de A.)	2 – 1	ELETROQUÍMICA
	EXPERIENCIANDO ELETROQUÍMICA A PARTIR DE UMA PILHA DE COMPARTIMENTO ÚNICO (ORNELAS, A. G. C. de; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SENNA, L. F. de; ROCHA, A. S.)	1	PILHAS/BATERIAS
	CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA COM ÊNFASE NUMA ABORDAGEM CTSA NUMA PERSPECTIVA AUSEBILIANA (MENDONÇA, J. G.; SOUSA, P. D. R. de; SOUZA, M. M.; SILVA, T. P. da; SILVA, G. N. da; DANTAS FILHO, F. F.)	2 – 4	ELETROQUÍMICA
	O ENSINO DE REAÇÕES REDOX NOS PRINCIPAIS EVENTOS NA ÁREA DE EDUCAÇÃO E ENSINO NO BRASIL (GOES, L. F. de; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C.)	13	
	PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-CRÍTICA A PARTIR DO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DAS PILHAS (PATROCÍNIO, A. A. do; MORADILLO, E. F. de; PINHEIROS, B. C.)	9	PILHAS/BATERIAS
RASBQ/2016	REUTILIZAÇÃO DE PILHAS DESCARREGADAS: COMO PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA. (SANTOS, D. T. dos; TEIXEIRA, J. B.; MARTINS, A. R.; SALES, F. A. M.)	1	PILHAS/BATERIAS
	REFLEXOS DE UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTÍNUA EM ELETROQUÍMICA EM UM GRUPO DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO (GOES, L. F.; VAIOLETTE, L.; ALBUQUERQUE, G. Z. C.; BLOISI, G. D.; FERNANDEZ, C.; AGOSTINHO, S. M. L.)	13	ELETROQUÍMICA
ENPEC/2017	O USO DAS TDICS COMO RECURSO PARA O ENSINO DE CONCEITOS EM ELETROQUÍMICA (MOSSI, C. S.; VINHOLI JÚNIOR, A. J.; CHAGAS, E.)	3	ELETROQUÍMICA
	DIFICULDADES APRESENTADAS POR ESTUDANTES DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO EM COMPREENDER O FENÔMENO OBSERVADO DURANTE A REALIZAÇÃO DE UMA EXPERIÊNCIA (ROCHA, T. A. S.; MARQUES, N. P.; TEIXEIRA, G. J.; ESPIR, I. F.; PAIXÃO, G. A.; EPOGLOU, A.)	1	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

	CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO EM FÍSICO-QUÍMICA NO ESTUDO DE ELETROLITOS EM AMBIENTES NÃO-FORMAIS: CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO E FORMAÇÃO CIDADÃ (ALVES, R. A.; ALVES, A. A. R.; SOUZA, M. L. de)	2	PILHAS/BATERIAS
Qnesc/2017	REAÇÕES DE OXI-REDUÇÃO E SUAS DIFERENTES ABORDAGENS (KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F.)	13	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
	CÉLULAS ELETROQUÍMICAS, COTIDIANO E CONCEPÇÕES DOS EDUCANDOS (BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P.)	1	ELETRODEPOSIÇÃO

Após apresentar a Tabela 6, se faz necessário realizar uma síntese de algumas pesquisas em cada categoria definida, com o intuito de descrever como foi realizada a abordagem do conteúdo da Eletroquímica e qual o objetivo apresentado pelos autores dos trabalhos.

Quanto às Propostas de Estratégias de Ensino

Como pode ser visto, na Figura 3, os trabalhos que buscam utilizar o ensino por experimentação se caracterizam como a maioria deles, totalizando trinta e sete (38) trabalhos. Como exemplo de trabalhos com essa abordagem podemos citar, o trabalho de Vieira, Silva Junior, Martins, Silva, Araújo, Silva e Diniz (2014), cujo o foco era desenvolver nos estudantes conceitos relativos à eletrólise a partir de situações experimentais. Neste trabalho, eles chegaram a concluir que até 91% dos estudantes conseguiram compreender os conceitos estudados a partir desse tipo de abordagem.

Outra importante característica observada nos trabalhos que propõem a utilização da experimentação como estratégia de ensino para abordagem de conceitos relacionados à Eletroquímica é a preocupação em desenvolver experimentos simples e com materiais de baixo custo, uma vez que eles podem ser realizados em qualquer tipo de escola, incluindo principalmente aquelas que não possuem laboratório de química.

No trabalho de Oliveira; Souza; Souza Guimarães; Merçon e Mainier (2007), por exemplo, eles utilizam anéis de lata de alumínio dissolvidos em diferentes concentrações, para discutir conceitos relacionados à corrosão desse metal e taxa na qual a reação química ocorre.

As propostas de trabalhos com esse tipo de material se caracteriza como didaticamente aceitável para o contexto da educação básica, tendo em vista que esses materiais se configuram como perceptível ao olhar dos estudantes desse nível de ensino, já que há um contato direto deles em diferentes momentos da vida, tais como, quando bebem um refrigerante em lata. Não necessitando assim, que o professor realize muitas adequações estruturais para sua utilização como material/substância em uma atividade experimental.

No decorrer de nossa análise desses trabalhos, também foi possível distinguir que as propostas que abordam o conteúdo da eletroquímica podem ter pelo menos duas formas de utilizar atividades experimentais em sala de aula: A primeira é utilizando de situações em que a abordagem do conteúdo é a partir da **contextualização do ensino**, como o trabalho de Sanjuan, Santos, Maia, Silva e Wartha (2009). Nesse trabalho, o contexto das cidades litorâneas do sul da Bahia aborda a temática maresia e discute conceitos como transferência de elétrons,

reação anódica, oxidação e redução que, segundo os autores, culminou em indícios de aprendizagem significativa por parte dos estudantes. Os professores que desenvolveram essa proposta relataram que a experiência proporcionou reflexão sobre suas práticas pedagógicas, superando algumas de suas dificuldades ao ensinar o conteúdo da eletroquímica no Ensino Médio e, ainda, reconheceram a importância de trabalhar com temas sociais e contextualizados.

A segunda forma trabalha na perspectiva de **investigar/problematizar** o ensino desse conteúdo, como por exemplo, o trabalho de Negreiros, Matsumoto e Guimarães (2008). Nela, os autores descrevem que as experiências didáticas onde se privilegia a investigação de problemas. Dando aos alunos a oportunidade de manifestar o que pensam sobre as situações ou problemas escolhidos e habilitá-los com as capacidades necessárias à sua resolução, com supervisão do professor, é um dos caminhos mais exequível para leva-los a aprender a aprender. Neste contexto, o uso da experimentação associada à problematização pode ser uma estratégia de aprendizagem importante para superar as dificuldades de aprendizagem para a compreensão de conceitos eletroquímicos (BENIGNO; OLIVEIRA; FRANCISCO JUNIOR, 2012).

Na segunda categoria, apresentamos os trabalhos cujo foco é uma unidade de ensino/sequência didática para o estudo desse conteúdo. Nelas, foi possível perceber uma variedade de metodologias/estratégias didáticas abordadas. Para essa categoria encontramos dezessete trabalhos, dentre eles podemos citar três trabalhos que propõem uma unidade/sequência didática sobre pilhas e baterias com base no enfoque CTS. Numa delas, os autores buscaram aproximar conceitos químicos, como: reações de oxidação e redução, a situações próprias do cotidiano dos estudantes, articulando-os às questões tecnológicas e sociais (FIRME; AMARAL E BARBOSA, 2008, p. 03).

Em outra unidade de ensino, os autores buscam avaliar quais as contribuições oriundas de uma sequência didática para o ensino da Eletroquímica, tentando envolver a abordagem CTSA com princípios Ausubelianos (MENDONÇA; SOUSA; SOUZA; SILVA; SILVA e DANTAS FILHO, 2016). Nessa proposta os autores enfatizam a importância de superar o modelo tradicional de ensino, baseado na transmissão/recepção, para discutir a ciência química de forma contextualizada, interdisciplinar e construtivista.

De forma geral, os trabalhos que buscam apresentar unidades didáticas/sequências didáticas:

- i) buscam utilizar a temática pilhas e baterias para abordar os impactos ambientais decorrentes do descarte das mesmas;

- ii) procuram facilitar a compreensão de conceitos relativos às reações de oxirredução através do estudo sobre pilhas e baterias;
- iii) promovem o debate sobre a utilização de uma sequência didática com foco em atividades experimentais;
- iv) apresentam unidades didáticas baseadas nos três momentos pedagógicos de Delizoicov;
- v) propõem a utilização da música como ferramenta potencialmente significativa no processo de ensino e aprendizagem, baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa difundida por de David Ausubel.

Dentre os trabalhos pesquisados, também foi possível encontrar aqueles que se refere a utilização das TIC's (seis trabalhos) como ferramenta facilitadora para a compreensão de conceitos eletroquímicos. Essa categoria permite um encontro atual do uso de dispositivos eletrônicos para a nova geração de estudantes que está rodeada por itens tecnológicos, tais como tablets, celulares e computadores, se configurando como uma estratégia/ferramenta que surge como importante para o docente buscar novos conhecimentos e se apropriar dos mecanismos de interação e facilitação da aprendizagem dos alunos (MOSSI; VINHOLI JÚNIOR e CHAGAS, 2017, p.02).

Neste contexto, podemos citar o trabalho de Leite, Silva e Leão (2008), que propõe a elaboração de uma hipermídia com foco na interatividade e na experimentação, para se trabalhar o conceito de eletrólise. O trabalho de Santos e Leão (2011) aborda a construção de uma FlexQuest por professores da educação básica do estado de Pernambuco, durante um curso de extensão promovido pelo Núcleo SEMENTE (Sistema para Elaboração de Materiais Educacionais com o uso de Novas Tecnologias), pertencente a UFRPE. O objetivo do curso é a elaboração de materiais educacionais para auxiliar o ensino das ciências, de uma forma geral. Esses materiais podem ser utilizados em ambientes presenciais e/ou a distância.

Além disso, o SEMENTE disponibiliza consultorias e atividades assistenciais a escolas públicas e privadas no âmbito do ensino de química e na utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) no ensino. Alguns dos trabalhos do grupo pode ser acompanhando pelas redes sociais, tal como o Facebook, no endereço: <https://www.facebook.com/nsemente?lst=100004831805622%3A100002415523720%3A1526104892> e pelo Twitter: <http://twitter.com/#!/nucleosemente>.

Ainda sobre o uso de tecnologias, alguns trabalhos apresentam o uso de áudio, vídeo e simulações computacionais, como por exemplo, o trabalho de Chacon, Ribeiro e Borges (2014),

no qual os autores se baseiam na premissa que os recursos midiáticos em sala de aula podem ajudar a fazer a transposição de conceitos abstratos para a realidade do educando, para analisar a percepção discente sobre a utilização de um áudio e de vídeo desenvolvidos para articular as reações redox com o cotidiano do discente, através da corrosão. Para eles, os resultados obtidos sobre a utilização do áudio e do vídeo disponível no Banco Internacional de Objetos Educacionais (um repositório de recursos educacionais de acesso público e gerenciado pelo MEC) mostram que o áudio é uma mídia de grande alcance e que apresenta uma grande portabilidade, porém pode apresentar pontos negativos, uma vez que o conteúdo das reações redox requer uma maior abstração e atenção. Já o vídeo se mostrou mais atrativo, em que combina a comunicação sensorial-cinestésica com a audiovisual, o que possibilitou projetar a realidade em outros espaços e tempos, seduzindo e envolvendo todos os sentidos.

Outra forma de identificar como os trabalhos foram categorizados, são os que apresentam a abordagem do enfoque CTS sem ser nominados de sequências didáticas, ou seja, trabalhos cujo o foco é abordagem dessa perspectiva de ensino, mas não necessariamente se utilizaram de variedade de recursos didáticos na análise. Para justificar a abordagem dos conceitos eletroquímicos por meio desse enfoque, os professores/pesquisadores que apresentam os trabalhos relatam que a articulação dos conceitos químicos com o contexto tecnológico e social contribuiu para uma maior participação e interesse dos estudantes durante as aulas, o que ocasiona uma melhor compreensão tanto dos conteúdos eletroquímicos envolvidos como dos fatores envolvidos numa problemática social e ambiental (FIRME; AMARAL e BARBOSA, 2008, p. 11). Em consonância, Silva, Fernandes e Souza (2014) descreve que a abordagem CTS favorece uma ação participativa dos estudantes nas aulas e mostra-se eficaz para o desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo acerca das temáticas socioambientais, bem como auxilia diretamente na aprendizagem significativa dos conceitos ministrados.

A quinta categoria contempla os trabalhos que mencionam a utilização de situações problemas. Nessa categoria também incluímos os trabalhos que se baseiam na perspectiva do Estudo de Caso (uma variante do método de Aprendizagem Baseada em Problemas), uma vez que entendemos que os dois marco-teóricos se utilizam dos mesmos princípios. Dentre os quatro trabalhos encontramos podemos destacar o trabalho de Sá, Velloso, Mothco, Queiroz (2008), que busca avaliar as contribuições do método de Estudo de Caso (EC) na promoção da argumentação em situações de ensino-aprendizagem para o conteúdo de corrosão. Nele, os autores disponibilizaram três casos (problemas) para os estudantes e os mesmos deveriam apresentar possíveis soluções e apresentar oralmente. Ao término, concluíram que a experiência

se mostrou promissora para o desenvolvimento da habilidade argumentativa no processo de ensino-aprendizagem da química.

Ainda no que diz respeito as situações-problemas, mencionamos o trabalho de Silva et. al. (2014) que desenvolveu uma situação pedagógica o intuito de analisar a eficácia da utilização de situações-problemas para o processo de ensino-aprendizagem. Essa foi baseada em dois momentos, no primeiro, foram realizadas duas práticas experimentais para introduzir a problemática, e no segundo, foi ministrada uma aula dialogada sobre eletroquímica, para explicar o conteúdo de oxidação e redução e as trocas de cargas nelas envolvidas. Ao fim das atividades, os autores concluíram que esse método constitui um modelo eficiente e capaz de facilitar a compreensão dos principais conceitos eletroquímicos, uma vez que os estudantes conseguiram estabelecer uma relação entre as problemáticas e o conteúdo.

Com a mesma quantidade de trabalhos publicados, a sexta e a sétima categoria destacam o uso da ludicidade e a realização de oficinas temáticas, respectivamente. São seis (6) pesquisas (que se dividem igualmente) que indicam a utilização dessas estratégias/metodologias para abordar o conteúdo da Eletroquímica. No que se refere a categoria: jogos/ludicidade, destacamos o trabalho de Meyer e Guimarães (2008), que propõe a criação de um jogo de tabuleiro em que os cartões-perguntas do referido jogo foram desenvolvidos pelos próprios estudantes, através da pesquisa em livros didáticos e das anotações pessoais em sala de aula. Posteriormente, essas questões foram corrigidas pela professora e divididas em três níveis de dificuldade: fácil, médio e difícil, e a medida em que iam respondendo eles eram pontuados respectivamente com um (1), três (3) e cinco (5) ponto(s). Para os autores, essa estratégia oferece um ambiente propício para a aprendizagem se tornar prazerosa e significativa, despertando o interesse e a motivação dos estudantes, superando as aulas que apresentam um excesso de informações descontextualizadas e de difícil compreensão (MEYER e GUIMARÃES, 2008). Em conformidade, Maciel, Santos e Nóbrega (2014) relata que o ensino lúdico proporciona melhor interação dos alunos com as aulas de química, despertando assim, o interesse e a motivação dos estudantes.

No que se refere a categoria: oficinas temáticas, é possível verificar que todos os trabalhos apresentam uma preocupação em relação as questões ambientais, já que o conteúdo de eletroquímica tem ligação direta com o descarte inadequado de pilhas e baterias, quando é explorado questões relativas às reações de oxirredução. Destacamos a pesquisa realizada com vinte (20) estudantes de uma escola pública de Maringá/PR, que desenvolveu uma oficina temática com base nos três momentos pedagógicos para se abordar a temática “reciclagem de pilhas e baterias”, no intuito de promover ações voltadas à Educação Ambiental baseada nos

“Três R’s do consumo sustentável”. Nesta pesquisa, Brito, Santos Júnior, Kiouranis e Rodrigues (2012), utilizam-se dos três momentos pedagógicos da seguinte forma: inicialmente os estudantes responderam um questionário com oito (8) itens relacionadas a ações envolvendo os “Três R’s”, no intuito de identificar os conhecimentos prévios relativos à sustentabilidade; a organização do conhecimento é constituída a partir de um vídeo, leitura de textos, realização de experimentos envolvendo reações-redox; e para aplicação do conhecimento foram desenvolvidas duas ações: a) leitura de um texto referente ao consumo sustentável, b) ênfase na importância do descarte adequado do material, em que a escola participante da pesquisa foi o ponto de coleta de pilhas/baterias, para posterior destinação adequada.

A oitava categoria analisada, com dois trabalhos publicados, aborda uso da contextualização. Destacamos o trabalho de Scafí (2010), desenvolvido numa Escola Preparatória de Cadetes do Exército, em que o autor apresenta ideias sobre o contexto de aplicação de uma proposta de ensino para o conteúdo de eletroquímica a partir da escola onde ele trabalha (escola militar), assim ele explica que:

“[...] a compreensão do funcionamento e montagem de pilhas pode ser aplicado em situações de combate, usando-se, por exemplo, barras de ferro da estrutura de sustentação das barracas de campanha ou facas de campanha e fios de cobre, além de outros metais disponíveis, com o intuito de acender dispositivos elétricos de baixa resistência interna como calculadoras, relógios ou lâmpadas de lanternas tipo LED [...] No que se refere à oxirredução, reatividade de metais e corrosão, os conteúdos são explorados com o objetivo de entender, minimizar e evitar efeitos de corrosão, que podem prejudicar os inúmeros materiais metálicos utilizados pelo Exército como carros de combate, barcos e helicópteros, além do manuseio de armamentos, em que os militares são obrigados a fazer a manutenção” (SCAFI, 2010, p.06).

Vale salientar que vários trabalhos encontrados e analisados mencionam a importância da contextualização em sua fundamentação teórica. Porém, há certa confusão entre a ideia de um trabalho que parte de um contexto com um trabalho que utiliza materiais alternativos/baixo custo, como por exemplo, o trabalho de Sartori et. al (2013 p. 108). Nessa proposta, os autores descrevem uma célula eletrolítica utilizando materiais de baixo custo para apresentar um experimento de eletrólise, porém, a proposta não apresenta a aplicação do experimento a partir de nenhuma situação contextualizada. Para chegar a essa conclusão, seguimos as ideias de Machado (2005) apud Wartha, Silva e Bejarano (2013, p. 02), quando ele destaca que contextualizar seria o enraizamento na construção de significados por meio do aproveitamento e incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida.

Os últimos trabalhos apresentam como sugestão de estratégia para abordar esse conteúdo: a perspectiva histórico-crítica, a intervenção didática dialogada, o uso de modelos/analogia e a estratégia metavisual. Apresentamos a seguir o Quadro 1 que resume cada uma dessas abordagens:

Quadro 1- Alguns Trabalhos Analisados e Suas Perspectivas Teóricas

PERSPECTIVA TEÓRICA/ ESTRATÉGIA/AUTOR(ES)	FOCO DA ABORDAGEM
Pedagogia Histórico-Crítica (Patrocínio, Moradillo e Pinheiro, 2016)	Fundamenta-se nas contribuições da teoria marxista e foi elaborada de acordo com os passos/momentos abordagem, que são: prática social, problematização, instrumentação, catálise e o retorno a prática social.
Intervenção didática dialogada (Silva, Fernandes e Souza, 2014)	Busca elaborar e aplicar uma intervenção didática sobre eletroquímica utilizando, por exemplo, um texto gerador sobre a História e Perspectiva dos Veículos Elétricos no intuito de promover a motivação e a reestruturação de conceitos equivocados ou errôneos inerentes ao estudo desse conteúdo de ensino.
Uso de analogia RODRIGUES et. al (2014)	A proposta procura apresentar relações analógicas de fenômenos voltados à corrosão com discussões de caráter religioso abordando o plano de salvação de Deus para o seu povo em três etapas: 1 - A relação do processo de corrosão com o pecado do homem; 2 – A relação do anodo de sacrifício com a morte de Jesus; 3 - A relação do maior potencial de oxidação com o filho de Deus
Uso de estratégia metavisual Locatelli e Arroio (2014)	Propõe analisar a estratégia metavisual para reconstrução ou confirmação do conceito aprendido em três etapas: na 1º os estudantes devem propor uma representação submicroscópica entre átomos de ferro e íons cobre II, a 2º ocorre uma comparação entre a representação produzida com um desenho apresentado pela pesquisadora, cientificamente correto para procurar

	re(construir) suas ideias e a 3ª professora da turma discutiu coletivamente o experimento em sala
--	---

A décima quarta categoria reúne quinze (15) trabalhos que não se enquadram como estratégias de ensino, mas trazem um debate sobre o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo da Eletroquímica, tais como: investigação das dificuldades de aprendizagem e as concepções apresentadas pelos estudantes, a abordagem dos conceitos eletroquímicos nos livros didáticos, a importância da formação inicial e continuada dos professores entre outros.

Quanto à Outras Pesquisas

Além de revelar os trabalhos que tratam das propostas de estratégias/metodologias, foi possível observar uma quantidade considerada de pesquisas que analisam de maneira diversificada a discussão sobre o conteúdo da eletroquímica. Algumas investigam as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes, outros, as concepções dos mesmos em torno dos conteúdos, a abordagem de determinados conceitos eletroquímicos nos livros didáticos, a importância da formação inicial e continuada dos professores, entre outros.

Nas pesquisas que procuram avaliar os conceitos presentes nos livros didáticos, em especial quando se fala em eletroquímica, o estudo sobre a abordagem da temática pilhas é recorrente, provavelmente pelo fato de que um dos experimentos mais realizados nas aulas de eletroquímica é a construção da pilha de Daniell. Neste contexto encontramos a pesquisa de Fontes, Lourenço e Messeder (2012), em que os autores mencionam que da forma que vem sendo abordado nos livros, não é possível o acendimento de lâmpadas utilizando a pilha de Daniell, bem como os mesmos não representam fielmente a maneira como Daniell construiu sua pilha em 1836, até porque na época não existia a lâmpada. Nesta perspectiva, Pitanga, Santos, Guedes, Ferreira e Santos (2014) alertam que:

“de forma geral, existe uma abordagem precária da HC² e um distanciamento das concepções desejadas e consideradas adequadas para a alfabetização científica que pretendem dirimir as concepções ingênuas sobre a natureza da ciência e o trabalho dos cientistas, bem como de superar os obstáculos à aprendizagem do conhecimento científico... As obras ainda trazem concepções historiográficas positivistas, excessivamente conteudistas, acumulativas, simplificadas e esquematizadas, que são evidentes pela existência recorrente de anacronismos” (PITANGA; SANTOS; GUEDES; FERREIRA e SANTOS, 2014, p. 06).

² HC= História das Ciências

Em relação a preocupação com a precariedade da abordagem da História das Ciências, podemos destacar o trabalho de Santos, Reis e Silva (2014), em que os autores procuram desenvolver atividades durante a realização de oficinas para discutir/analisar a importância da utilização da História da Ciência no processo de formação de professores de Química. Com foco nos estudos sobre eletricidades para as controvérsias históricas sobre o conceito de pilha, a proposta sugere que essa estratégia oportuniza maior compreensão do conceito estudado, bem como, proporciona uma relação entre os episódios históricos e o avanço da Ciência durante o processo de formação inicial dos professores.

A formação inicial de professores também é um dos pontos de debate do trabalho de Freire, Silva Júnior e Silva (2011) intitulado: Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química, no qual os autores procuraram oportunizar um espaço reflexivo para futuros professores de química frente a temática das dificuldades de aprendizagem do conteúdo da eletroquímica, alegando que experiências como estas se constituem como estratégia potencialmente relevante para a formação de um profissional reflexivo da sua prática (FREIRE, SILVA JÚNIOR, SILVA, 2011, p. 11). Esse pensamento é enriquecido por Lima e Teixeira Júnior (2014), quando esses realizam uma pesquisa no Ensino Médio por intermédio do PIBID e apontam que compreender as dificuldades de aprendizagem dos estudantes na compreensão dos conceitos básicos sobre o funcionamento das pilhas e baterias e, os conceitos envolvidos é de grande relevância para os futuros professores, pois possibilita a proposição de meios mais adequados à intervenção pedagógica nas aulas de Química.

Além das discussões que mencionam a formação inicial dos professores e os possíveis meios de superação das dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes em relação aos conceitos eletroquímicos, foi possível observar um trabalho que aborda a importância da formação continuada no processo de ensino e aprendizagem da eletroquímica. Goes, Vairolette, Albuquerque, Bloisi, Fernandez e Agostinho (2016) buscam avaliar as contribuições que um curso de formação continuada de professores oferece para melhoria da compreensão e da assimilação de conceitos fundamentais da eletroquímica. Ao analisar os resultados, os autores mencionaram que foi possível verificar que o curso trouxe mudanças significativas para o processo de assimilação do conteúdo, bem como, destacou a importância da experimentação no percurso do mesmo e da necessidade de uma formação continuada com maior duração.

No que se refere a concepção dos estudantes em relação a pilha de Daniell, Fontes, Lourenço e Messeder (2012) relatam que a referida pilha é estudada no Ensino Médio, porém os estudantes não compreendem seu funcionamento, bem como não apresentam conhecimentos

sobre os fatores químicos e físicos necessários para que ocorra a transformação de energia química no acendimento de uma lâmpada.

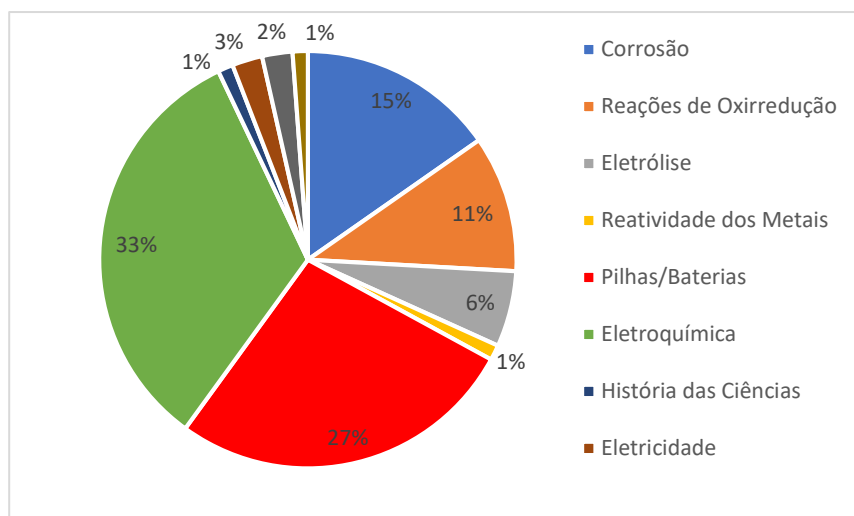
Já Gomes e Pereira (2014) expõem que normalmente os estudantes relacionam a energia com algo que é produzido pela pilha. Desta forma não conseguem extrapolar esse conceito para o potencial de célula, além de não conseguir relacionar a origem da célula voltaica aos diferentes potenciais de voltagem. Esses autores também observaram que os estudantes podem apresentar uma compreensão dos conceitos como oxidação, redução, ânodo, cátodo e o fluxo de íons e outros, mas tem dificuldade em assimilar a relação de tais conceitos com o conceito maior que é a “pilha”.

Essas dificuldades de aprendizagem são discutidas em vários trabalhos analisados durante essa pesquisa, bem como os conceitos necessários para a compreensão do funcionamento de uma pilha. Para Klein e Braibante (2015), a maioria dos alunos não conseguem identificar as reações redox, e indicar corretamente qual espécie sofre oxidação e qual sofre redução. Outro trabalho que vem abordando as dificuldades conceituais é o trabalho de Lima e Teixeira Júnior (2014), onde os autores perceberam que os alunos apresentam dificuldades em identificar quais dos elementos perdem ou ganham elétrons, dificuldades relativas ao processo de representar a pilha de Daniel, inclusive apontando a falta da ponte salina nessas representações, conflitos em localizar as espécies metálicas e o percurso da corrente elétrica, além de dificuldades relativas a identificação do cátodo, ânodo e quem são os agentes oxidante e redutor.

De forma geral, compreendemos a partir dessa pesquisa que conhecer o estudo sobre as dificuldades de aprendizagem pode facilitar os professores no desenvolvimento de estratégias de ensino no intuito de contribuir com a superação dessas, pois como destaca Lima e Teixeira Júnior (2014), é de grande relevância investigar as dificuldades de aprendizagem que os estudantes apresentam na compreensão dos conceitos básicos da eletroquímica. Pois quando se tem esse conhecimento é possível a proposição de meios mais adequados à intervenção pedagógica nas aulas de Química.

Ainda, numa análise final dessa pesquisa, conseguimos identificar os conteúdos e/ou temáticas que são focos dos trabalhos. A Figura 4 representa um gráfico indicando a variedade de conteúdo/temáticas que aparecem.

Figura 4- Principais Conteúdos/Temáticas abordadas(os) nos trabalhos pesquisados.



Fonte própria

Ao analisar a Figura 4 é possível observar que os trabalhos apresentaram abordagens tanto no que se refere aos conteúdos da Eletroquímica, como pilhas/baterias, eletrólise e a eletricidade (conversão da energia química em elétrica), quanto conhecimentos necessários para a compreensão dos fenômenos eletroquímicos, por exemplo, as reações de oxirredução de forma isolada e o fenômeno de corrosão.

A maioria das pesquisas, trinta e três por cento, abordam o conteúdo de Eletroquímica de maneira mais ampla, não indicando conceitos específicos. Esses mencionam que irão abordar o conteúdo da Eletroquímica: “o presente trabalho utiliza-se do método ensino-aprendizagem fundamentado em situações-problemas por meio de uma situação didática que tem como tema principal a eletroquímica” (SILVA et. al, 2014); “o trabalho foi desenvolvido com o intuito de identificar, aspectos vários acerca das atitudes dos alunos frente aos métodos tradicional e lúdico utilizados nas aulas de química de eletroquímica” (MACIEL, SANTOS e NOBRÉGA, 2014); “procuramos elaborar um roteiro de exploração para software educativo sobre o conteúdo de eletroquímica” (MOSSI et. al, 2017, p. 01) entre outros.

Quando se refere ao processo de compreensão dos princípios eletroquímicos, a presença de trabalhos que utilizam a temática pilhas/baterias como base para o desenvolvimento de suas pesquisas é considerável. Nesse contexto, a construção da pilha de Daniell é uma ferramenta bastante utilizada pelos professores. Associada a essa questão, podemos destacar o desenvolvimento acelerado de aparatos que armazenam energia e as consequências provenientes do descarte inadequado desses dispositivos no ambiente. Essa realidade pode ser percebida no relato de Firme et. al (2008):

A escolha pela temática pilhas justifica-se tanto pela relevância do tema no contexto científico-tecnológico contemporâneo que exige cada vez mais a formação de um cidadão informado, crítico e participativo, quanto pela demanda do uso de pilhas e baterias no cotidiano do aluno. Desta forma, os objetivos pretendidos na sequência didática foram: apreender conhecimentos científicos e tecnológicos a partir do estudo da problemática ambiental do descarte das pilhas; utilizar conhecimentos científicos e tecnológicos como meio de compreensão dessa problemática; apontar soluções a partir da adoção de comportamentos de responsabilidade social; e avaliar criticamente possibilidades e limitações da ciência e da tecnologia frente ao bem-estar social (FIRME et. al., 2008, p. 04).

Para que se compreenda de forma satisfatória o conteúdo da Eletroquímica é necessário que os estudantes apresentem conhecimentos prévios, dentre eles transferência de elétrons, íons, conversão de energia e as reações química, em especial as reações de oxirredução. Por tal motivo, a presente pesquisa procurou analisar tantos os trabalhos que abordam o conteúdo específico da Eletroquímica como aqueles que se detém ao estudo dos conhecimentos necessários a compreensão da Eletroquímica.

Dentre esses, encontramos um número considerável de trabalhos que utilizam os conteúdos/temáticas: corrosão e reações de oxirredução como foco de suas pesquisas. Para alguns autores, o conteúdo sobre corrosão pode se tornar com elemento para a contextualização, uma vez que o mesmo possibilita relacionar os conteúdos científicos envolvidos com os aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011, p. 01).

A compreensão das reações de oxirredução é fundamental para que o estudante se aproprie da linguagem e da representação química, facilitando assim a compreensão e identificação das espécies de sofrem oxidação/redução, bem como quem age como agente oxidante/redutor numa célula eletrolítica.

As pesquisas que buscam compreender o processo de ensino-aprendizagem das reações de oxirredução indicam algumas dificuldades apresentadas pelos estudantes, tais como: transferência de elétrons; identificação de agentes redutores e oxidantes; número de oxidação e seus valores; balanceamento das equações redox; força relativa dos agentes oxidantes e redutor (ACAMPO e VERDONK, 1995; KLEIN e BRAIBANTE, 2015).

Sem a presença desses conceitos em sua estrutura cognitiva o estudante não apresentará conhecimentos prévios suficientes para subsidiar a aprendizagem do conteúdo da eletroquímica. Desta forma é importante que os professores tenham conhecimento dessa realidade antes de abordarem a Eletroquímica em sala de aula e para buscarem alternativas para superar essas dificuldades.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentaremos a metodologia utilizada durante o processo de construção dessa dissertação.

5.1 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

Os pressupostos do marco teórico da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel, foram o pilar para construção e organização da UEPS, em nosso trabalho.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram estudantes do 2º e 3º Ano do Ensino Médio Regular da Escola Estadual José Joaquim, no município de Coronel Ezequiel. Esse município se localiza no estado do Rio Grande do Norte/Brasil, mais especificamente na microrregião da Borborema Potiguar, distando 142 quilômetros da capital Potiguar.

A escolha das respectivas turmas se deu pelo fato do conteúdo da eletroquímica ser abordado no 2º Ano do Ensino Médio (desta forma a abordagem ocorreria segundo o planejamento do currículo escolar), e pelo fato de que supostamente os estudantes do 3º Ano já teriam estudado o referido conteúdo, podendo apresentar subsunçores estáveis.

Para caracterizar cada um dos estudantes que participaram das etapas da UEPS foram atribuídos a eles os seguintes códigos:

- Na primeira etapa da pesquisa (levantamento sobre as concepções dos estudantes sobre o conteúdo da eletroquímica), os estudantes foram nominados pela palavra Aluno, seguindo de uma sequência numérica que vai do Aluno1, Aluno2, Aluno3 até o Aluno68, totalizando sessenta e oito (68) estudantes participantes deste momento da investigação.
- Na Etapa de aplicação da UEPS para os estudantes do 2º Ano, a caracterização foi feita utilizando a letra E inicial da palavra Estudante, seguidos por numeração e representação no seguinte formato E1-2, E2-2, E3-2 até a identificação E20-2, totalizando os 20 estudantes que compõe a turma.
- Na etapa de aplicação da UEPS, para os estudantes do 3º Ano, a caracterização é semelhante a do 2º ano, mudando apenas a numeração 2 por 3 ao final de cada código, o que indica que o estudante é do terceiro ano do ensino médio, ficando representados por E1-3, E2-3, E3-3, até a identificação E25-3, já que ao todo participaram vinte e cinco (25) estudantes dessa turma.

Vale salientar que, alguns dos estudantes que inicialmente fazem parte dos 68 estudantes (equivalente aos alunos do 2º Ano no ano de 2016), são participantes da aplicação da UEPS na turma do 3º Ano de 2017.

5.2 PERCURSO METODOLÓGICO

Durante todo o percurso de construção da presente dissertação, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, no intuito de aumentar o conhecimento sobre o que vem sendo discutido para o ensino do conteúdo da eletroquímica. Essa pesquisa foi realizada em bases como o periódico capes e google acadêmico onde encontramos que há uma concentração de pesquisas publicadas para esse conteúdo nas seguintes comunidades e revistas: Alexandria, Aprendizagem Significativa em Revista, Caderno de Ensino de Física, Ciência e Cognição, Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências (RBPC), Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ), Química Nova na Escola (Qnesc). Nos eventos: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). O intuito desse levantamento se faz necessário, para legitimar os dados levantados na pesquisa, pois, como aponta Gil (2002, p. 45), é necessário que o pesquisador se assegure em profundidade das informações que está para descobrir e das possíveis incoerências ou contradições no decorrer de uma pesquisa.

Após realizar os primeiros levantamentos e ao entrar em contato com a escola em que foi aplicada a UEPS, a pesquisa apresentou elementos da pesquisa-ação e da pesquisa participante, uma vez que ocorreu a participação ativa durante todo o processo de aplicação das atividades. De acordo com Thiollent (1986, p. 15),

[...] na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas. Sem dúvida, a pesquisa-ação exige uma estrutura de relação entre pesquisadores e pessoas da situação investigada que seja do tipo participativo (THIOLLENT, 1986, p. 15).

Para Felcher, Ferreira, Folmer (2017):

É comum discussões, questionamentos e inclusive estudiosos definirem Pesquisa-ação e Pesquisa Participante como sinônimas. Segundo Soares e Ferreira (2006), para certos autores a expressão pesquisa participante é portadora da mesma acepção de outras expressões, tais como, pesquisa-ação, pesquisa participativa, investiga-ação, investigação participativa, investigação militante, auto-senso, estudo-ação, pesquisa-

confronto, investigação alternativa, pesquisa popular, pesquisa ativa, intervenção sociológica, pesquisa dos trabalhadores, enquete-participação, dentre outros (FELCHER, FERREIRA, FOLMER, 2017, p. 05).

Ainda, o trabalho utilizou-se de elementos da pesquisa qualitativa para nortear como as expectativas se traduziram nas atividades, procedimentos e interações ocorridas durante as atividades proposta na UEPS. Segundo Bogdan e Biklen (1994), nesse tipo de pesquisa o pesquisador se preocupa com o contexto, desta forma os dados recolhidos foram decorrentes das interações ocorridas em sala de aula, utilizando gravação de áudio, questionários e observação participante.

Em alguns momentos ocorreu a presença de elementos de natureza quantitativa, uma vez que houve a representação de números para expor as ideias dos estudantes. Porém, tais dados serviram apenas para ilustrar as proporções entre as respostas.

Inicialmente, foi construído um questionário (Apêndice A) com o objetivo de conhecer as concepções dos alunos sobre a Eletroquímica. Logo após, foram desenvolvidas duas atividades sobre o conteúdo. Para tanto foram utilizados dois encontros, como será descrito a seguir:

Primeiro encontro com os estudantes

No intuito de investigar quais as concepções prévias (subsunçores) dos estudantes sobre os conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica e como está ocorrendo essa abordagem em sala de aula, foi elaborado um instrumento de pesquisa baseado em três perguntas simples (apêndice 1).

Após a externalização dos conhecimentos dos estudantes, foi utilizado como organizador prévio o vídeo intitulado **Tudo se transforma: Pilhas e baterias** disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3i1cslhWx3M>, com duração de 13min29s.

Logo em seguida, foi realizada a montagem de uma pilha de limão com base nos princípios da pilha de Daniell. Ao término dessa construção, ocorreu um debate sobre as possíveis “causas” que levaram a lâmpada de LED acender. Nessa ocasião, levantou-se questionamentos que serviram de base para que os estudantes pesquisassem e explicassem o funcionamento da pilha.

Para a explicação do fenômeno, envolvido no acendimento da lâmpada de LED, foi proposto que os estudantes trouxessem alternativas/situações de como abordar os conceitos envolvidos no fenômeno, através da seguinte atividade:

ATIVIDADE 1

A eletroquímica se caracteriza como área da química que estuda fenômenos relacionados à transferência de elétrons, objetivando converter energia química em energia elétrica e vice-versa. Esses processos de transferência de energia acontecem normalmente em pilhas e baterias que são utilizados em diferentes tipos de aparelhos eletrônicos, comumente encontrados no cotidiano de muitas pessoas, como exemplo: controle remoto, brinquedos, celulares e etc. Esse processo também pode ser observado na formação da ferrugem de um prego ou de outros materiais metálicos.

Para o entendimento desses fenômenos, a aprendizagem de alguns conceitos, como: pilhas e baterias; processos de oxidação e redução; agente redutor e agente oxidante; ânodo e cátodo; potencial-padrão de redução das pilhas e eletrólise em meio aquoso; podem auxiliar na compreensão.

Com base nessas informações, apresente uma situação que envolva fenômenos eletroquímicos para, a partir deles, discutir os conceitos acima.

Segundo encontro com os estudantes

No 2º encontro ocorreu a apresentação, por parte dos estudantes, da atividade proposta anteriormente. Mediante os recursos apresentados pelos estudantes, se deu a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS (apêndice B), levando em consideração todas as ideias prévias que eles apresentaram na situação da atividade 1.

O Quadro 2 representa as etapas de atividades desenvolvidas na UEPS:

Quadro 2- Atividades presentes na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

ETAPA		TEMPO PREVISTO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA	OBJETIVO	PRINCÍPIOS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA UEPS ³
1	CONHECIMENTO PRÉVIO	30 minutos	Questionário Inicial	Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conceitos relacionados ao estudo da eletroquímica.	O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel)
2	ORGANIZADOR PRÉVIO	45 minutos	Exposição do vídeo: Mitos e verdades sobre baterias de celular - com duração de 6min35s, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=iK2Q6j7XD S8 e Leitura do Texto: Por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam? Disponível em: https://www.tecmundo.com.br/bateria/42200-por-que-as-baterias-de-muitos-celulares-nao-duram-mais-do-que-um-dia-.htm. E debate sobre o mesmo, com base nas respostas obtidas.	Promover uma “ponte cognitiva” entre o que o estudante já sabe o que ele deveria saber sobre o funcionamento de pilhas e baterias.	Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios

³ MOREIRA, Marco Antonio. Unidade de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. In: SILVA, Márcia Gorette Lima da; MOHR, Adriana; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de (Orgs.). Temas de Ensino e Formação de Professores de Ciências. Natal, RN: EDUFRRN, 2012.

3	PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL	45 minutos	Apresentação do vídeo: A Química do Fazer - Pilhas e Baterias, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1ChbLTzhzkA.	Investigar a organização dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes e consequentemente iniciar a negociação de significados por meio da diferenciação progressiva.	O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel)
4	AULAS EXPOSITIVAS/DIALOGADAS	45 minutos	Observação de duas imagens e discussão sobre a correlação entre fenômenos que ocorrem nelas. E se existe alguma relação entre essas imagens e o funcionamento de uma pilha. Leitura do texto: Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão garante melhor proteção aos metais. Disponível em: http://www.quimatic.com.br/blog/2017/03/entender-a-diferenca-entre-oxidacao-ferrugem-e-corrosao-garante-melhor-protecao-aos-metais/ 1ª Tarefa-Problema: Apresente a importância de pintar os portões de ferro e não pintar os de alumínio, por exemplo.	Iniciar a negociação de significados, por meio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa	São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa; As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)

		45 minutos	Experimento: Como podemos identificar quais espécies envolvidas na reação reduziram e quais oxidaram?	Compreender como podemos identificar quais espécies envolvidas na reação reduziram e quais oxidaram.	Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin)
		45 minutos	Leitura do Texto: Quais são os Benefícios da Atividade de Pedalar para a Saúde, Disponível em: http://saude.culturamix.com/medicina/beneficios-da-atividade-de-pedalar-para-a-saude. 2ª Situação-Problema: Caso você seja convidado para fazer parte de um grupo de cicloturismo por Natal, levando em consideração o material de fabricação, qual bicicleta você escolheria para começar a praticar as trilhas? Seria a mesma que você usa normalmente em Coronel Ezequiel? Justifique.	Compreender as variáveis que interferem no processo de oxidação dos metais (principalmente a reatividade dos metais), promovendo uma reconciliação integradora.	As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)

		45 minutos	Leitura do texto: Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. Adaptado de: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf Simulação do funcionamento de uma pilha. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=jDzpzUzNY9g	Compreender o funcionamento de uma pilha.	a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento), ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira)
--	--	------------	--	---	--

		45 minutos	Leitura do texto: A Energia e a Química. Adaptado de: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/conceito.pdf Leitura do texto: O supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende. Disponível em: http://thegreenestpost.bol.uol.com.br/o-supermercado-que-produz-100-da-energia-que-consome-a-partir-dos-restos-de-alimentos-que-nao-vende/ Atividade: apresente uma situação que envolva fenômenos eletroquímicos, para a partir deles discutir conceitos, como: oxidação, redução, cátodo, ânodo, ponte salina, entre outros.	Conhecer o conceito de energia e relacionar a energia às pilhas.	O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin)
		45 minutos	Apresentação em grupo das atividades trazidas pelos estudantes	Interação social, atividade colaborativa e discussão. Bem como, avaliar a capacidade de explicar os fenômenos observados.	A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin)

5	2º MAPA CONCEITUAL	45 minutos	Elaboração de mapa conceitual	Investigar indícios de aprendizagem significativa.	A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva.
6	AValiação DA UEPS	45 minutos	Responder questionário de avaliação da UEPS.	Conhecer a opinião dos estudantes sobre as atividades presentes na UEPS.	

5.3 CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a coleta de dados, foram consideradas todas as atividades realizadas com os estudantes: mapas conceituais, questionários, desenhos, respostas das situações-problemas, entre outras. Para a avaliação da UEPS, foi construído um questionário com três perguntas semiabertas (apêndice C), nas quais os estudantes relataram suas concepções sobre as atividades presentes na UEPS, quais atividades mais gostaram de realizar e quais menos gostaram e, por último, de forma geral, como eles explicariam a aprendizagem dos conceitos trabalhados no decorrer da aplicação da UEPS.

Para ajudar na coleta dos dados sobre a análise da UEPS, nos baseamos numa escala de classificação (apêndice D) contendo quatro afirmações: a) a forma como foi trabalhado o conteúdo da Eletroquímica proporcionou motivação para o estudo; b) as aulas baseadas na explicação com a utilização de quadro e lápis já seriam suficientes para entender o conteúdo da eletroquímica; c) as atividades apresentadas como, por exemplo, vídeo, experimentos, leitura de textos resolução de problemas, no decorrer da UEPS, foram importantes; d) as atividades facilitaram o aprendizado dos conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica. Para cada afirmação existia cinco níveis de concordância: concordo (C), concordo plenamente (CP), discordo (D), discordo plenamente (DP) e indeciso (I), nas quais os estudantes deveriam marcar a que melhor representava sua opinião.

A validação dos questionários ocorreu com turmas do 3º Ano do Ensino Médio Regular, no turno vespertino, em escolas da Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Norte, nos municípios de Jaçanã e Coronel Ezequiel, onde foi possível corrigir alguns erros presentes e/ou melhorar a forma de abordagem das questões. Por exemplo, alteramos as imagens presentes no questionário para identificar as concepções prévias dos estudantes, as quais inicialmente apresentavam imagens retiradas da Internet, posteriormente foram substituídas por imagens presentes no cotidiano dos estudantes.

Os dados obtidos durante a aplicação da UEPS e posteriormente por sua análise, procuraram responder a seguinte questão-foco: É possível discutir o conhecimento da eletroquímica a partir do uso de diferentes recursos e estratégias didáticas no intuito de gerar significado desse conteúdo?

No intuito de responder esse questionamento, foram consideradas todas as atividades realizadas com os estudantes durante a pesquisa: a resolução de tarefas/situações problemas, participação nas atividades desenvolvidas em sala de aula, debates, propostas de explicação para os fenômenos eletroquímicos e construção dos mapas conceituais (inicial e final).

É importante destacar que os mapas conceituais foram analisados segundo os critérios de classificação estabelecidos por Novak. Para o autor, os quatro critérios principais para analisar e classificar um mapa conceitual são:

1º) **Proposições** – as relações entre conceitos – o professor deve verificar se as palavras-chaves (termos de ligação) que ligam os dois conceitos instauram significado entre eles e se a relação é verdadeira, ou seja, se tem validade;

2º) **Hierarquia** – verificando a validade das relações entre os conceitos mais inclusivos ou mais gerais que devem estar mais acima (ou em destaque) dos subordinados ou mais específicos que estarão localizados abaixo destes;

3º) **Ligações cruzadas ou ligações transversais** – representam um caráter de transversalidade ao mapa, ligando validamente segmentos opostos horizontalmente. Estas ligações representam um maior grau de compreensão quando apresentam simultaneamente significativas e válidas, expressando sínteses entre grupos de proposições ou conceitos relacionados;

4º) **Exemplos** – que apesar de não serem conceitos (não representar dentro do retângulo, como no caso do conceito) representam acontecimentos ou objetos concretos (NOVAK, 1999 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2003, p. 05).

Após a descrição das etapas de desenvolvimento dessa dissertação, o tópico a seguir apresenta os resultados encontrados nessa pesquisa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, descrevemos os resultados obtidos no decorrer da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o conteúdo da Eletroquímica, produzida a partir do que foi descrito na metodologia. A estrutura da unidade tem como pressuposto as bases teóricas da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel. Teoria essa, predominante para justificar a produção da UEPS e propor a realização de atividades que levem aos estudantes a participar ativamente do seu processo de ensino e aprendizagem.

6.1 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

No intuito de investigar quais as concepções prévias (subsunçores) dos estudantes sobre os conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica e como está ocorrendo essa abordagem em sala de aula, foi elaborado um instrumento de pesquisa baseado em três perguntas, como descrita no anexo A. Nesta etapa participaram 68 (sessenta e oito) estudantes que apresentaram diferentes respostas aos questionamentos. Para cada uma delas, pôde-se verificar os resultados a seguir, expressos a partir de gráficos e das respostas coletadas.

A primeira pergunta se refere ao conhecimento que eles têm sobre a eletroquímica (O que vocês conhecem sobre eletroquímica?), A Figura 5 mostra as principais ideias presentes.

Na Figura 5, observamos que a grande maioria dos estudantes (81%) relatam não ter nenhum conhecimento sobre o que é estudado nesse conteúdo de ensino. As poucas respostas que apresentam alguma descrição do conhecimento sobre eletroquímica são “vagas” e fora do contexto de produção desse conhecimento na ciência, como por exemplo, a fala do Aluno 5, que diz que se relaciona ao estudo dos *elementos da Química*.

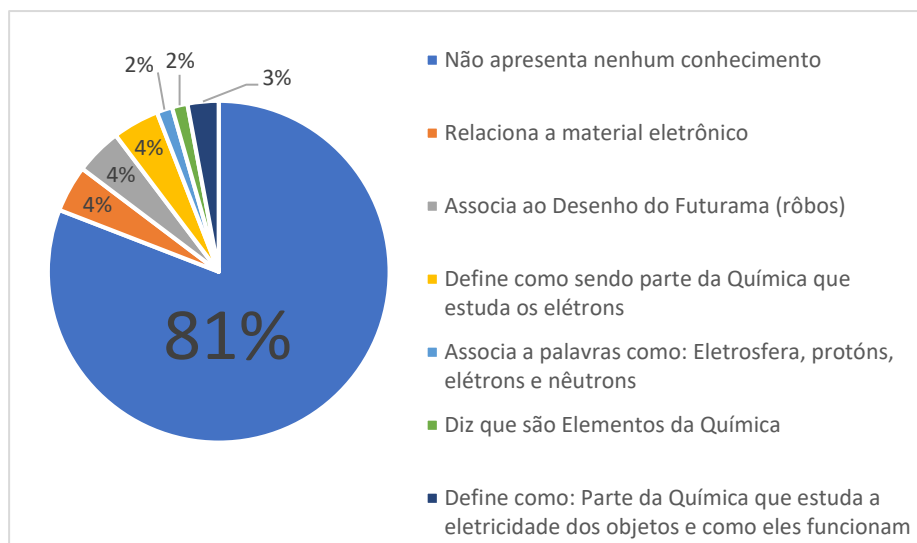
Um número reduzido de estudantes apresenta alguma ideia coerente com o foco de estudo da eletroquímica, quando afirma se tratar de um conteúdo de ensino que vai de encontro ao **estudo dos elétrons**. Mas, não associam nas falas o estudo dos elétrons ao movimento, muito menos sabem associar a discussão dos fenômenos envolvidos nesse conteúdo à produção de eletricidade.

Outras respostas que se apresentam fora do contexto da eletroquímica, foram percebidas quando alguns estudantes associaram a abordagem do conteúdo aos desenhos do Futurama⁴ que

⁴ Criado por Matt Groening e David X. Cohen, o desenho americano Futurama é uma mistura inteligente e divertida de humor com ficção científica protagonizada por um entregador de pizza que fica congelado por mil anos. Foi ao ar de 28 de março de 1999 a 10 de agosto de 2003 na Fox. Disponível em: http://pt-br.futurama.wikia.com/wiki/Hist%C3%B3ria_de_Futurama.

é produzido no cenário Estado Unidense (ou americano) por Matt Groening e David X. Cohen. Nessa ficção, uma mistura inteligente e divertida é protagonizada por um entregador de pizza que fica congelado por mil anos. De forma geral, numa análise dos desenhos não conseguimos fazer/entender que correlações/associações os estudantes quiseram apresentar quando mencionaram o desenho do Futurama ao estudo da eletroquímica.

Figura 5- Relato dos estudantes em relação ao que eles conhecem sobre Eletroquímica.



Fonte: Própria

O outro questionamento que foi realizado, tentava investigar se o professor já abordou esse tema em sala de aula, e em caso positivo, como foi feita essa abordagem. A Figura 6 representa as respostas dos estudantes a esse questionamento.

A partir das respostas foi possível perceber que esse conteúdo não é trabalhado no ensino médio, nem nas turmas do 2º ano nas turmas do 3º Ano, uma vez que participaram da pesquisa estudantes desses dois níveis de ensino, em que mencionaram não ter lembranças ou que não estudaram esse conteúdo em sala de aula.

Figura 6- Seu professor já abordou o tema eletroquímica em sala de aula?

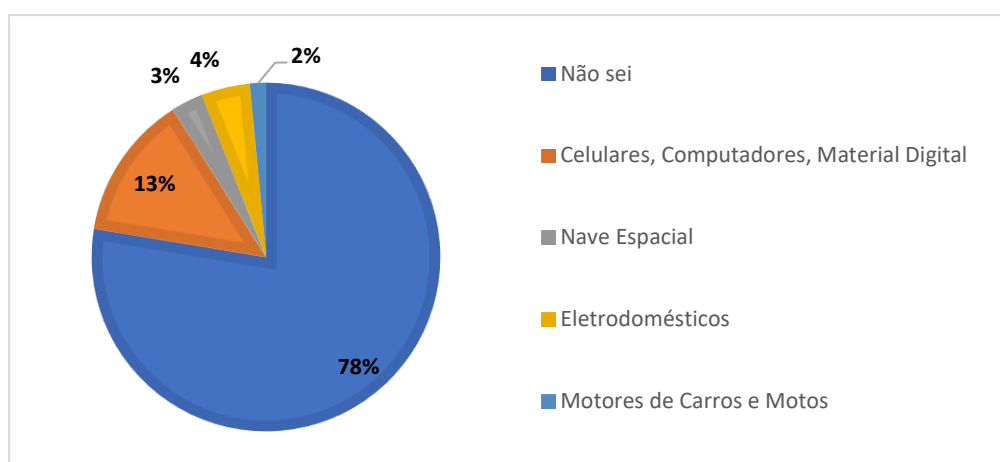


Fonte: Própria

No questionamento seguinte, os estudantes deveriam citar alguns utensílios e/ou dispositivos que funcionam com base em princípios eletroquímicos. Tal pergunta foi realizada levando em consideração que supostamente os estudantes estão cotidianamente rodeados de tais utensílios.

Como observado na Figura 7, a maioria dos estudantes não conseguem identificar utensílios e/ou dispositivos que estão dispostos em diferentes contextos da vida, que poderiam ser explanados a partir de seus conhecimentos prévios, como por exemplo, equipamentos eletrônicos como baterias de celulares e computadores, sendo que apenas treze por cento (13%) consegue fazer essa correlação. Os demais estudantes (9%), mencionam utensílios diversos como nave espacial, eletrodoméstico, motores de carro e motos, mas não associam o funcionamento desses objetos a um princípio eletroquímico.

Figura 7- Utensílios que os estudantes julgam funcionar com base em princípios eletroquímicos.



Fonte: Própria

Após a externalização dos conhecimentos dos estudantes, a partir dos questionamentos anteriores, foi passado o vídeo **Tudo se transforma: Pilhas e baterias**. O intuito da apresentação do vídeo era servir como um organizador prévio para que os estudantes pudessem conhecer as primeiras informações sobre o conteúdo foco da UEPS. Após a apresentação do vídeo, realizamos uma breve discussão sobre pontos como: o papel da eletricidade nos dias atuais e, conseqüentemente, o desenvolvimento de meios para gerar e armazenar energia elétrica; os tipos de energias existentes; a transformação de energia química em elétrica; como se dá o funcionamento das pilhas; o processo de transferência de elétrons e as reações de oxirredução; os tipos de pilhas e sua relação com o desenvolvimento histórico; as baterias de celulares (íons de lítio); as células de combustíveis e as questões ambientais.

Para finalizar essa etapa, foi realizada, junto aos alunos, a montagem de uma pilha de limão com base nos princípios da pilha de Daniell (experimento didático mais apresentado no conteúdo da eletroquímica em livros didáticos e aulas da disciplina química na educação básica).

Para montagem do experimento foi utilizado material de baixo custo e de fácil acesso. Desta forma a placa de zinco comumente utilizada na pilha de Daniel foi representada por clips e a placa de cobre por moedas de cinco centavos. Durante sua execução, os estudantes demonstraram interesse em participar da aula e relataram que as aulas de químicas ministradas na escola não proporcionam a realização de experimentos, o que tornam as aulas “chatas”, como pode-se observar no seguinte relato: *“aqui na escola não tem essas aulas... gostaríamos que tivesse, pois torna a aula muito interessante”* (Aluno 4).

Os estudantes se mantiveram atentos e apenas 2 grupos pediram auxílio para entender como deveria montar a pilha. Todos se mostraram “contentes” ao conseguir observar que a partir do funcionamento a luz de LED acendia. Na ocasião postaram fotos e vídeos nos quais mencionaram que estavam acendendo uma lâmpada utilizando limão, e explanavam que o fenômeno “era demais”. Obtendo relatos do tipo:

“Massa! Era para ter mais aulas assim.” (Muitos relatos)

“Jaqueline, quando inverte os lados do fio a LED não acender, é porque um lado é positivo e o outro negativo?” (Aluno 1)

“Será que dá para carregar um celular?” (Aluno 7)

“Pode utilizar isso em grande escala?” (Aluno 5)

“Se usar só um limão a LED acende?” (Aluno 2)

Ao término dessa construção, ocorreu um debate sobre as possíveis “causas” que levaram a lâmpada de LED acender. Este foi um momento oportuno para sugerir aos estudantes que utilizassem a observação ao fenômeno de acendimento da luz a partir do funcionamento da pilha de limão e procurasse buscar explicações sobre o fenômeno na tentativa de abordar os conceitos envolvidos, oportunizando assim, um momento de aprendizagem ativa em que os estudantes são levados a pensar e buscar respostas para explicar o funcionamento da pilha de limão. Como destaca Moreira (2005), é fundamental a utilização de estratégias que visam o abandono de uma postura de ensino baseado na narrativa do professor em benefício de um ensino centrado no estudante, sendo este o centro do processo de ensino e aprendizagem, ao qual caracterizamos nesta proposta de ensino como significativa.

Nesta etapa, foi proposto que os estudantes formassem grupos (no intuito de promover um momento de interação, debate e troca de ideias entre eles) e trouxessem no próximo encontro situações para explicar o fenômeno observado na montagem da pilha de limão. Os estudantes mostraram-se motivados com a proposta, e posteriormente apresentaram situações diversificadas, algumas coerentes com a proposta e outras que fugiram ao escopo do que foi solicitado, apresentando por exemplo, uma proposta de utilização da energia eólica para produção de energia. Nessa fala entendemos o quanto os estudantes são carentes de informação já que confundem a produção de energia eólica com os conteúdos da eletroquímica.

Um grupo (grupo 1) trouxe uma batata e relatou que seria possível acender uma lâmpada utilizando-a. Porém não iriam apresentar porque a pessoa responsável por trazer os fios e a lâmpada não trouxe. Outro grupo (grupo 2) trouxe uma lâmpada e uma pilha e explicou que a pilha tinha energia armazenada e que quando ligava os fios aos polos positivos e negativos e à pilha ocorria uma transferência de elétrons e a lâmpada acendia.

Um terceiro grupo (grupo 3) propôs a explicação através da construção de uma maquete que utilizava a força dos ventos para ligar uma luz de LED. Destacando-se as seguintes falas:

- *O movimento dos ventos pode ser aproveitado para gerar energia;*
- *Vamos utilizar o ventilador para simular os ventos. O vento faz rodar a hélice que está ligada a um motor de impressora, que conduz os elétrons pelos fios até a luz LED, que acenderá.*
- *Para a realização do experimento utilizamos apenas materiais reciclados, pois foi uma forma de não gerar lixo (Falas dos estudantes do grupo 3)*

Os outros alunos mostraram interesse pelo experimento proposto, porém estavam inquietos, necessitando por várias vezes solicitar silêncio.

Tais apresentações representaram a etapa final desse primeiro contato com os estudantes, ao qual objetivou: identificar se havia familiarização dos estudantes com o conteúdo da eletroquímica, o desenvolvimento de atividades sobre o referido conteúdo e a validação dos questionários a serem aplicados posteriormente.

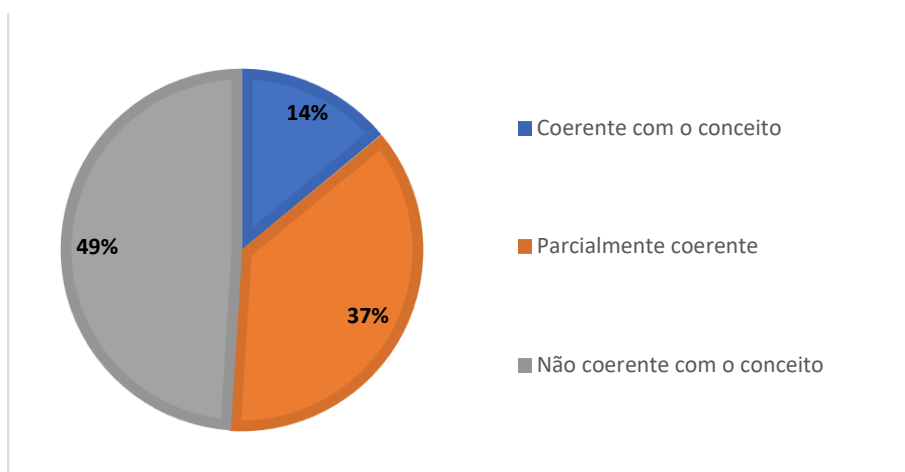
Para realizar a comparação do estado inicial (gráfico 1) e o atual, após a aplicação das atividades, foi utilizado o conceito proposto no livro de química geral (BROWN, 2005)⁵. Neste

⁵ Trabalhamos aqui com o conceito do livro de Química Geral (BROWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. Tradutor: Robson Matos: consultores técnicos André Fernando de Oliveira e Astréa F. de Souza Silva. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

livro, a eletroquímica é o estudo das relações entre a eletricidade e as reações químicas, especificamente as reações de oxirredução, nas quais as transferências de elétrons podem ser usadas para produzir energia na forma de eletricidade. Sua abordagem fornece uma visão de tópicos diversos como a fabricação de baterias, a espontaneidade de reações, a corrosão de metais e a galvanização elétrica (BROWN, 2005). Desta maneira, as respostas expressas pelos estudantes sobre o conceito de eletroquímica, após a interferência nesse primeiro momento, são apresentadas na Figura 8.

Os resultados sinalizam que 51% dos estudantes (Figura 8) descrevem o conceito de eletroquímica coerente ou parcialmente coerente com a apresentada no livro de química geral (BROWN, 2005), apresentando os primeiros indícios do conhecimento sobre o conteúdo em estudo. Assim, trechos como por exemplo: “a eletroquímica é o estudo dos elétrons, estuda como ocorrem as transformações de energia química em elétrica e energia elétrica em química” (Aluno 9), “a química que estuda a transferência de elétrons (Aluno 21), foram apresentados pelos estudantes. Alguns deles não conseguiram atribuir significado as aulas ministradas no decorrer da unidade, e encontramos definições incoerente com os conceitos tais como: “Objetos elétricos, formas de ligar objetos com experimentos químicos” (Aluno 18); bem como, nessa categoria, teve alunos que apresentaram conhecimentos confusos: A eletroquímica tem a ver com energia que se estuda pela eletroquímica que estuda elétrons (Aluno 16).

Figura 8- Concepções dos estudantes sobre o conceito de eletroquímica segundo BROWN, 2005, após a aplicação das atividades.



Fonte: Própria

Essa dificuldade de apresentar indícios de aprendizagem, pode ser observada em outras pesquisas semelhantes e pode ser associada ao fato que os estudantes não veem o conteúdo da Eletroquímica no Ensino Médio. Freire, Silva Júnior e Silva (2011) mencionam que trinta e três por cento (33%) dos licenciandos de química que participaram de sua pesquisa, relataram que não estudaram esse conteúdo no nível médio. Atrelado ao fato de não estudarem esse conteúdo no nível médio, Sanjuan et al. (2009) observam que alguns conteúdos são considerados difíceis e complexos para professores, sendo que eles mesmos revelaram que deixam o tópico de eletroquímica para o último semestre, sabendo de antemão que não haverá tempo hábil de executá-lo e que, desse modo, “livram-se do problema”.

Após a análise dessa primeira etapa, foi iniciada a elaboração da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, procurando construí-la com base nas dificuldades e necessidades de aprendizagem desse conteúdo apresentadas pelos estudantes que participaram desse primeiro momento. A seguir são apresentadas as etapas de aplicação da UEPS.

6.2 APLICAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS

Após a aplicação das atividades relatadas no item anterior, deu-se início a aplicação da UEPS. A aplicação da mesma ocorreu em duas turmas do Ensino Médio Regular, sendo uma do 2º Ano e outra do 3º Ano, ambas do turno vespertino da Escola Estadual José Joaquim no município de Coronel Ezequiel-RN.

Como mencionado na metodologia, a turma do 2º Ano era composta por 20 alunos (representados por E1-2, E2-2, E3-2.....) e o 3º Ano apresentava 25 alunos (representados por E1-3, E2-3, E3-3.....), totalizando 45 estudantes participantes de nossa pesquisa, lembrando que em 2016 eram 68 participantes e em 2017 continuaram participando da aplicação da UEPS esse número de estudantes. No item a seguir, ocorrerá a descrição das atividades presentes na UEPS e realizadas com os estudantes.

6.2.1 Os conhecimentos Prévios

A primeira atividade da UEPS se baseou na aplicação de um questionário aberto, no intuito de conhecer as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos eletroquímicos, pois, como destaca Moreira (2012) o conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse

possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, o conhecimento prévio seria a variável escolhida.

No intuito de identificar qual tipo de conhecimento os estudantes apresentam sobre a eletroquímica, foi realizado o seguinte questionamento: Você tem algum conhecimento sobre eletroquímica? Qual? O intuito desta pergunta era identificar as primeiras ideias que os alunos poderiam apresentar sobre esse conhecimento químico. Porém, apenas um estudante dentre os participantes da turma, respondeu que sim.

“Sim, porque me faz entender que tem haver com elétrons” (E11-2)⁶,

Os outros estudantes, totalizando dezenove, relatam que “*não tem*” nenhum conhecimento consciente sobre o conteúdo da eletroquímica.

Ainda na perspectiva desse levantamento das ideias dos estudantes, também procuramos identificar as ideias prévias dos alunos do 3º Ano. Desses, onze (11) relataram que a eletroquímica estuda as transferências de elétrons para gerar energia, bem como mencionaram que lembravam dessa definição ao participar das aulas do ano anterior, quando cursavam o 2º ano do ensino médio, momento em que atuei com a parte inicial de aplicação do projeto, onde foi realizado o experimento que utilizava a sequência de limões para gerar energia elétrica e acender uma pequena lâmpada de LED.

As ideias prévias observadas nos estudantes do 3º Ano são essenciais para a construção de uma aprendizagem com significado. Como destaca Nunes et.al (2013, p. 04), para a compreensão dos processos eletroquímicos é necessário que o estudante apresente alguns conceitos formados, dentre eles íons, condução de eletricidade e transferência de elétrons. Ao mencionar a transferência de elétrons para gerar energia como objeto de estudo da eletroquímica, os estudantes apresentam esse conhecimento de maneira superficial, fato esse que vai de encontro com dados mencionados por Nunes et. al. (2013, p. 04), ao observar que os estudantes participantes de sua pesquisa não apresentam o conceito de íon devidamente formado. Essa observação, posta tanto por Nunes et. al (2013), quanto a que encontramos nas respostas dos estudantes que participaram da nossa pesquisa, pode estar atrelada ao fato da dificuldade de identificar espécies submicroscópicas na descrição de fenômenos químicos e, talvez por isso, eles tenham dificuldade de aplicação de reconhecer e/ou transpor o conceito para diferentes contextos.

⁶ Texto na íntegra do estudante apresentado no questionário sem correção da ortografia.

Ainda no intuito de conhecer as concepções prévias dos estudantes, na segunda questão foi apresentado algumas imagens que poderiam retratar ou não a ação de fenômenos cujo o princípio da explicação vai de encontro aos conceitos que são discutidos dentro do conteúdo da eletroquímica. Na Figura 9 são apresentadas essas imagens:

Figura 9- Imagens presentes no questionário inicial, no intuito de conhecer o conhecimento prévio.



Fonte: Própria.

A partir das falas foi possível identificar que quarenta por cento (40%) dos estudantes descrevem as imagens sem fazer qualquer correlação a um fenômeno químico como por exemplo à ferrugem, uma vez, que as mesmas estão presentes em seu cotidiano, como relatado pelos estudantes E14-2 e E18-3:

“Ao observar essa imagem vejo a junção de um equipamento que está estragado; um portão que é muito importante para a proteção de nossa casa, porém está bem velho, assim perdendo seu valor, mas não a sua segurança” (E14-2).

“Imagem da academia popular de Coronel Ezequiel, equipamento com falta de cuidados; portão da escola descuidado; reboque deixado na rua” (E18-3).

A partir do uso das imagens, foi possível observar que os estudantes se identificam com situações corriqueiras ou de seu contexto. Essa perspectiva vai de encontro ao trabalho de Costa e Sousa (2014), os quais, após a aplicação do seu trabalho, onde abordam o ensino de corrosão através do método estudo de casos, comentam que:

“Os alunos envolvidos na pesquisa mostraram-se bastante interessados com a forma como puderam participar da construção do seu próprio conhecimento, pois essa metodologia leva o alunado a pensar e analisar de acordo com seus

conhecimentos prévios, como um fato comum no seu cotidiano poderia ser explicado cientificamente” (COSTA e SOUSA, 2014).

Aspectos macroscópicos, como a presença de ferrugem, é identificada pela maioria dos estudantes (44%):

“Um equipamento de academia enferrujado; portão da escola enferrujado; um reboque todo enferrujado e velho” (E7-3).

“A ferrugem no objeto; ferrugem no portão; alto grau de ferrugem no reboque” (E2-3)

“É um equipamento de praticar exercício físico usado em lugares públicos, este equipamento tem ferrugem em um dos seus eixos de envergadura, causado pelo mal uso; portão da escola que esta enferrujado; é um reboque que serve para transportar material, que esta encostado numa arvore e tem também algumas peças enferrujadas” (E8-2).

Um percentual pequeno de estudantes (13%) apresentou indícios de que conseguem reconhecer, a partir dos aspectos visuais (macroscópicos), relação com uma reação química, ou seja, quando eles atribuem a formação da ferrugem à interação entre o ferro exposto no portão ou em outro material com a interação com o oxigênio atmosférico. Semelhante a esse resultado, podemos citar o trabalho de Costa e Sousa (2014), quando as autoras mencionam que alguns estudantes conseguem associar a corrosão a descuidos como falta de proteção, exposição à chuva e ao ar. Fragal et. al (2011), em sua pesquisa: “uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais”, especifica que uma das ideias dos alunos sobre corrosão se dá a partir da observação/conhecimento muito comum e discutido no contexto de vida dos estudantes, explicando que a corrosão é fruto da interação do metal com o ar. Ideias semelhantes se perpetuam não só nos alunos de Maringá/PR, mas também em alunos de outros contextos e quando estudando a partir de outro tipo de sequência didática, como pode ser explicado a partir da fala do aluno E2-2:

“Neste portão acontece o mesmo problema da ferrugem, pois ele esta muito exposto à umidade e ventos, com isto a ferrugem começa a comer

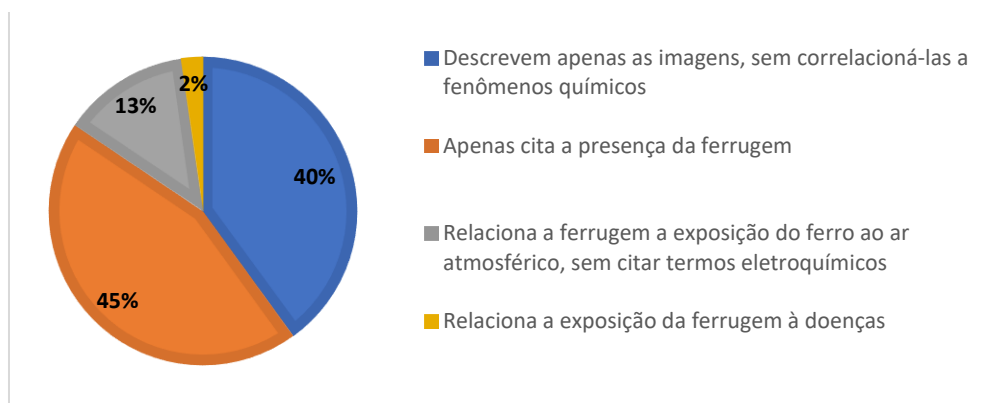
os metais; este reboque está quase por completo enferrujado, porque ele não está sendo utilizado e foi colocado em um lugar muito exposto a umidade do ar” (E2-2).

Outro reconhecimento que merece destaque é a relação da ferrugem com doenças, sem nominar qual, provavelmente pelo fato das pessoas associarem o tétano a cortes com material enferrujado:

“Esses objetos enferrujados podem causar vários acidentes e até levar a morte por causa desses acidentes que viram doenças; as pessoas que limpam a escola poderiam higienizar o portão, aplicar o anti-ferrugem e pintar, porque esse problema com algum tempo pode quebrar e provocar vários problemas tanto para os alunos quanto para as outras pessoas; o reboque é um tipo de objeto que pode nos ajudar no dia-a-dia, mas também pode nos atrapalhar causando doenças quando entra em contato com nossa pele” (E11-3).

Após analisar todas as respostas dos estudantes ao observar a Figura 9 e de forma comparativa ao conceito da eletroquímica, foi possível elencar quatro categorias emergentes, referentes ao que eles descrevem a partir da visualização das imagens: 1) descrevem apenas as imagens, sem correlacioná-las a fenômenos químicos; 2) apenas cita a presença da ferrugem; 3) relaciona a ferrugem a exposição do ferro ao ar atmosférico, sem citar termos eletroquímicos; 4) relaciona a exposição da ferrugem à doenças (Figura 10).

Figura 10- Categorias elencadas a partir das respostas dos estudantes sobre as imagens de objetos enferrujados.



Fonte: Própria

Quanto a imagem que faz referência às pilhas (Figura 11), pode-se perceber que a grande maioria dos estudantes (76%) apenas relatam a presença de pilhas de diversos tamanhos, que contém energia para ser utilizadas em vários dispositivos. O que pode ser observado nas respostas dos estudantes E8-3, E18-3, E9-2, E16-2, por exemplo: *“Pilhas e baterias de vários tamanhos, material que gera energia para controles remoto”* (E8-3); *“são várias pilhas de tamanhos diferentes”* (E18-3); *“são pilhas que são usadas para funcionar vários objetos como controle remoto, rádios etc.”* (E9-2) e *“nessa imagem podemos ver algumas pilhas de diferentes tamanhos e diferentes tipos e com um número maior de energia”* (E16-2). Cenário semelhante pode ser encontrado no trabalho de Silva et. al. (2011). Segundo estes autores, trinta e seis por cento (36%) dos participantes de sua pesquisa não souberam responder sobre o funcionamento das pilhas e vinte e sete (27%) falaram sobre a aplicação das pilhas em seu cotidiano.

Ao analisar as respostas, foi observado que os estudantes não conseguem aprofundar a discussão sobre as pilhas em relação aos fenômenos eletroquímicos, fato que se dá por não terem vivenciado a aprendizagem desse conteúdo tanto pelas turmas do segundo ano do ensino médio quanto pelas turmas do terceiro ano. Ainda, baseado nas ideias de Sanjuan et. al. (2009), isso pode acontecer porque esse tópico é deixado para o último semestre, onde normalmente não há tempo hábil para realizar o aprofundamento do mesmo.

Ainda sobre a Figura 10, também foi possível verificar a presença de respostas (24%) que mencionam a relação das pilhas com a contaminação do ambiente:

“As pilhas são materiais que tem um certo composto químico, onde se elas forem descartadas em lugares inadequados podem prejudicar o meio ambiente, pois elas tem certo poder radioativo que traz problemas ao meio ambiente” (A2-2).

“Pilhas que podem ser de rádio, controle e etc. Que não devem ser descartadas em lixões nem no meio ambiente e sim em um lugar apropriado” (E11-2).

“As pilhas liberam um gás tóxico prejudicial” (E4-3).

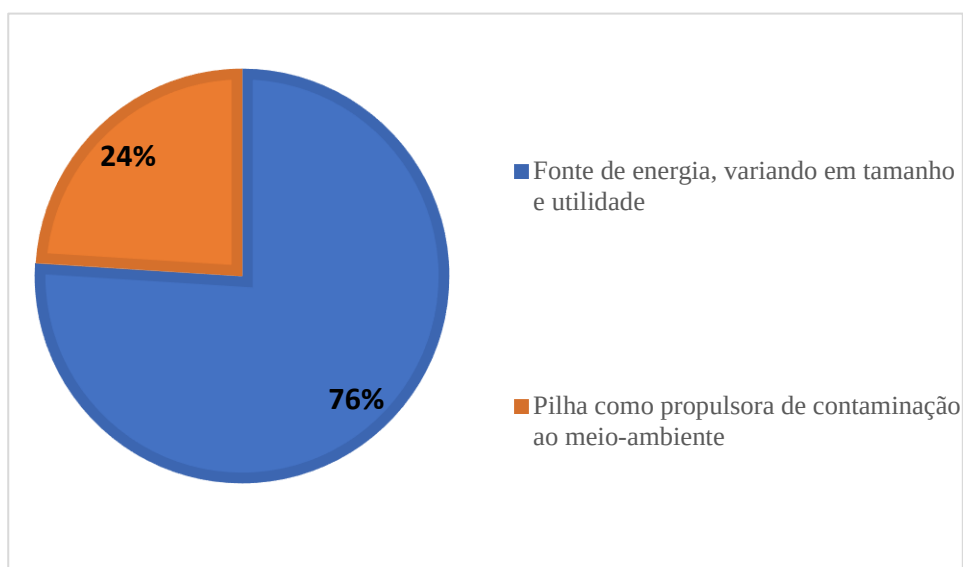
“Com a forma errada de descartar esses objetos podem causar vários riscos e doenças para o ser humano” (E11-3).

“São pilhas provavelmente já usadas e elas devem passar por um processo sem danificar e mesmo prejudicar a natureza” (E16-3).

Provavelmente, a associação das questões ambientais e o descarte das pilhas se deve pela presente discussão do tema nas aulas de Biologia, que frequentemente trabalha essa temática em sala de aula. A abordagem dos impactos ambientais também é mencionada no trabalho Silva et. al. (2011), em que podemos encontrar citações referentes aos danos causados a saúde provocada por metais pesados presentes nas pilhas (50%), a contaminação de rios (21), e dos solos (18%). Bem como, Zittel, Milaré e Freire (2011) indicam que os estudantes possuem conhecimento de que as pilhas podem causar danos ao meio ambiente, porém não sabem diferenciar sobre o descarte de algumas pilhas em lixo comum e sobre a reciclagem daquelas tóxicas.

A análise dessas respostas culminou na criação de duas categorias sobre a imagem que uma pilha comercial representa para eles: fonte de energia, variando em tamanho e utilidade e a pilha como propulsora de contaminação ao meio-ambiente (Figura 11).

Figura 11- Concepção prévia dos estudantes em relação a uma imagem de pilhas.



Fonte Própria

Ao analisar as Figuras 10 e 11, podemos observar que os estudantes possuem um conhecimento prévio sucinto, e que não pode se configurar como um subsunçor relevante para iniciar a abordagem do conteúdo de eletroquímica. Para Moreira (2012), se o aluno não tem

subsunçores relevantes à aprendizagem de novos conhecimentos, o melhor é facilitar, promover a sua construção antes de prosseguir. Nesta perspectiva, os organizadores prévios podem ser usados para suprir a deficiência de subsunçores (MOREIRA, 2012, p. 11).

Como os estudantes não fizeram associação das imagens a termos específicos ou a conceitos próprios da química que já deveriam conhecer, caso tivesse sido apresentado a eles nesse nível de ensino, foi necessário trabalhar com um organizador prévio no intuito de aproximá-los ao que iria ser discutido em termos de conteúdos conceituais na aplicação da UEPS. Assim, o próximo tópico traz a descrição do que ocorreu nessa etapa da aplicação.

6.2.2 Os Organizadores Prévios: ponte cognitiva entre o que deveria saber e o que os estudantes sabem.

Nesta perspectiva, foram utilizados dois organizadores prévios – um vídeo expositivo e um texto comparativo – os quais objetivaram promover uma ponte cognitiva entre o que o estudante já sabe e o que ele deveria saber, sem introduzir conceitos que serão abordados na UEPS.

Ao utilizar o vídeo intitulado “Baterias: mitos e verdades”, procuramos apresentar informações sobre a evolução das baterias dos celulares, através de três tópicos principais: a vida útil da bateria, a segurança e o custo. A escolha do mesmo, se deu pelo fato do estudante está em contato com as baterias cotidianamente, através de seus celulares, mas não apresentam subsunçores claros sobre o funcionamento das mesmas. Desta forma, o referido organizador é do tipo expositivo. Como destaca Moreira (2012), quando o material de aprendizagem é não-familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores, recomenda-se o uso de um organizador expositivo que, supostamente, faça a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo (MOREIRA, 2012, p. 11). Neste caso, o vídeo promoveu uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz. Já o texto “Por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam?”, disponibilizado no site da Tecmundo⁷, trouxe informações sobre as funções presentes nos celulares que consomem a carga das baterias. Ele se classifica como organizador comparativo, pois ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de

⁷ Nascido como um braço do site Baixaki em 2005, o TecMundo publica notícias, artigos e conteúdos especiais relacionados a tecnologia, incluindo telefonia móvel, hardware, redes sociais, internet e grandes empresas do ramo. É um site sobre tecnologia mantido pelo Grupo NZN. A empresa também é responsável pelos sites Baixaki, TecMundo Games, Minha Série, Mega Curioso e Superdownloads.

outros conhecimentos já existentes nessa estrutura, que são essencialmente diferentes, mas podem ser confundidos (MOREIRA, 2012, p. 11).

Após assistirem o vídeo e realizarem a leitura do texto, ocorreu um debate sobre o que os estudantes sabiam sobre as baterias e o que esses materiais trouxeram de novo. A discussão foi muito proveitosa e os estudantes se mostraram abertos as novas informações, interagindo de forma satisfatória, demonstrando assim que a utilização de organizadores prévios é uma ferramenta favorável para se promover a aprendizagem significativa.

Em seguida, foi solicitado que os estudantes respondessem um questionário no intuito de conhecer como eles compreenderam, após o debate, as ideias que foram abordadas no vídeo e no texto. Para organizar as respostas obtidas, optou-se em criar categorias baseadas nas informações presentes no vídeo e no texto em relação a níveis de entendimento, esses por sua vez se caracterizam em: 1- Compreensão Incoerente (CI) quando os estudantes não relataram informações coerentes com o conteúdo presente nos instrumentos (vídeo/texto); 2- Sem compreensão (SC) quando os estudantes alegaram não ter compreendido determinado fator; 3- Compreensão coerente e parcial (CC/CP) quando a resposta apresentada sinaliza uma compreensão dos fatores abordados; 4- Sem Resposta (SR) se refere aos alunos que não responderam a atividade. Ao analisar essas respostas, pode-se chegar ao resultado demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7- Perfil de compreensão dos estudantes sobre o funcionamento das pilhas/baterias, segundo os níveis de entendimento.

FATORES	Níveis de Entendimento							
	Compreensão Incoerente (CI)		Sem Compreensão (SC)		Compreensão coerente e parcial (CC/CP)		Sem Resposta (SR)	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Informações que o vídeo e o texto apresentam	06	13%	---	---	30	67%	09	20%
Funcionamento de uma pilha	06	13%	26	58%	04	9%	09	20%
Componentes de uma pilha e relação com os conceitos eletroquímicos?	02	4%	27	60%	05	11%	11	25%
Existe algum malefício na utilização ou descarte das pilhas? Quais?	05	11%	03	6%	26	58%	11	25%

Fonte: Própria

Em relação a compreensão sobre as informações e quais informações que o vídeo e o texto apresentaram, sessenta e sete por cento (67%) dos estudantes demonstraram ter uma compreensão coerente e parcial (CC/CP) e apenas treze por cento apresentaram uma compreensão incoerente (CI) do que estava sendo discutido. No dia de aplicação da atividade, alguns questionários ficaram sem ser respondidos porque faltaram 09 estudantes (20%).

Para o entendimento do funcionamento de uma pilha um número significativo dos estudantes, cinquenta e oito por cento das respostas, apresentaram não compreender o fenômeno de funcionamento de uma pilha. Dos que apresentaram compreensão incoerente (CI), treze por cento e apenas nove por cento apresentaram compreensão coerente e parcial (CC/CP) sobre o funcionamento de uma pilha. O mesmo fato foi observado quando questionados sobre os componentes de uma pilha, sendo que sessenta por cento dos estudantes demonstraram sem compreensão (SC), onze por cento apresentam compreensão coerente e parcial (CC/CP), quatro por cento compreensão incoerente (CI) e vinte e cinco por cento não responderam.

Os resultados acima sinalizam que os estudantes não apresentam conhecimentos claros sobre o funcionamento e os componentes de uma pilha. Nesse sentido, Zittel, Milaré e Freire (2011) enfatizam que a maioria dos estudantes não conseguem explicar com suas próprias palavras como se dá o funcionamento de uma pilha.

Após a análise da aplicação dos organizadores prévios, os estudantes receberam as primeiras orientações para a elaboração do Primeiro Mapa Conceitual. Esse tinha por objetivo identificar como os estudantes organizariam seu conhecimento de forma hierárquica sobre os conceitos aprendidos, relacionando os conhecimentos já presentes em sua estrutura cognitiva e os que foram iniciados na produção da UEPS, tais como: o foco de estudo da Eletroquímica e as primeiras informações sobre pilhas e baterias.

6.2.3 Primeiras propostas de Mapa Conceitual

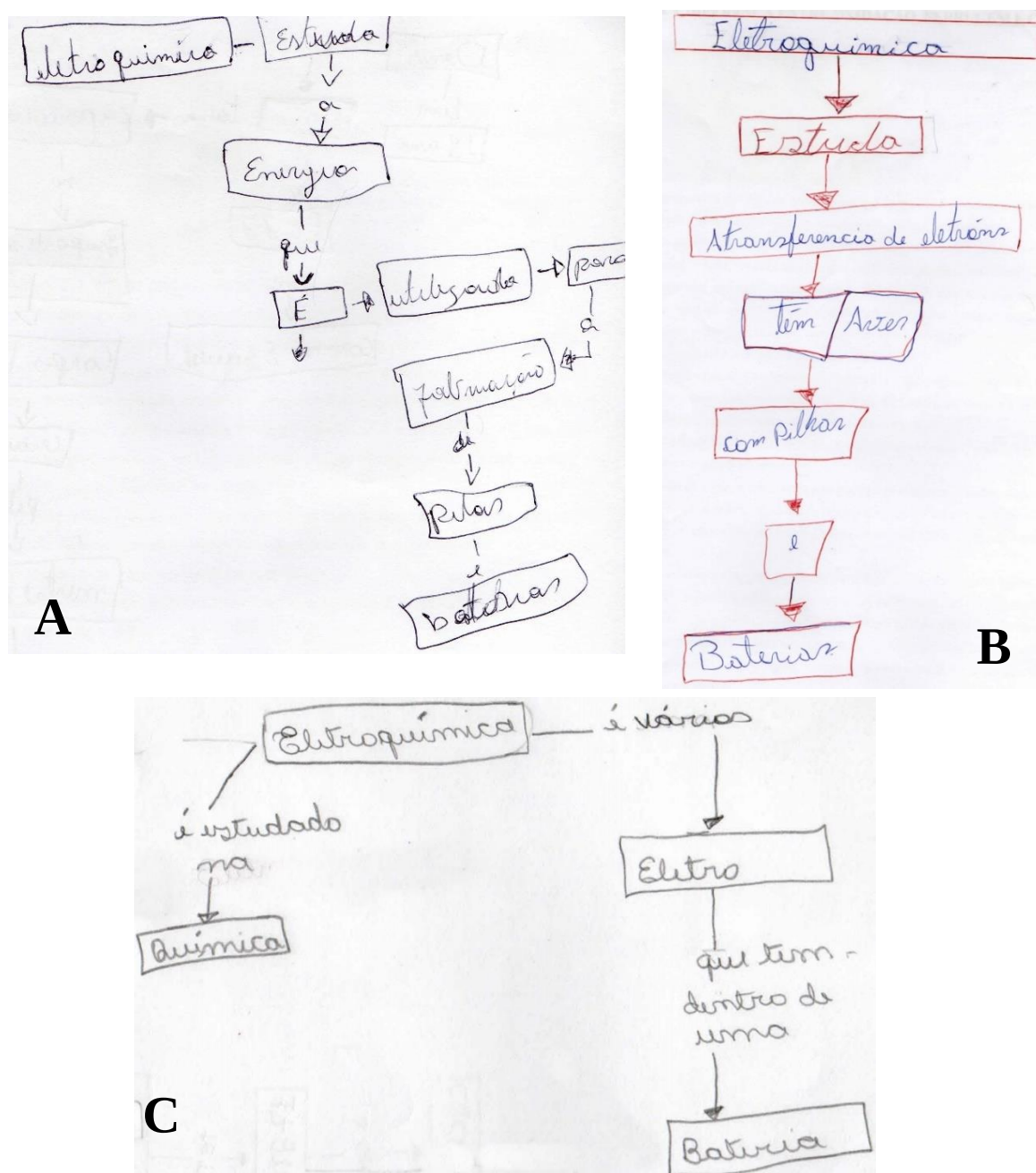
Ao analisar os resultados obtidos sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, optou-se por propor a construção da primeira proposta de mapa conceitual, no intuito de investigar a organização dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva deles. Assim, buscamos investigar além da proposição dos mapas a forma como eles hierarquizam os conceitos.

Para produção dos primeiros mapas, foi explicado aos estudantes sobre o que é um mapa conceitual, sua função e como pode ser elaborado. Essas explicações são importantes para que os estudantes produzam mapas que vai de encontro a abordagem do que é um mapa conceitual,

evitando que o material produzido não seja confundido com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência (Moreira, 2012).

Desta forma, são apresentados nas Figuras 12 e 13 algumas propostas iniciais de mapas conceituais produzidos pelos estudantes, e como se tratam de propostas, alguns deles podem não se configurar como mapas. Vale salientar que serão apresentados da mesma forma que os estudantes produziram, por isso, podem conter erros de ortografia.

Figura 12- Primeiras propostas de mapas conceituais apresentados pelos estudantes E10-2, E12-3 e E7-2, respectivamente.



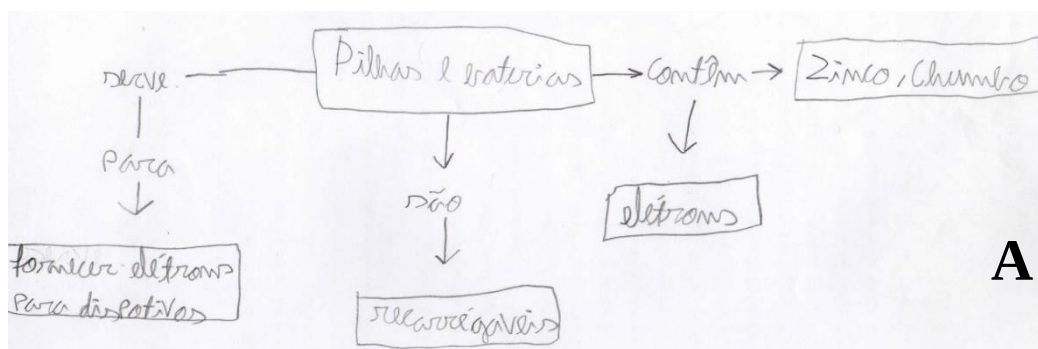
Fonte: Própria

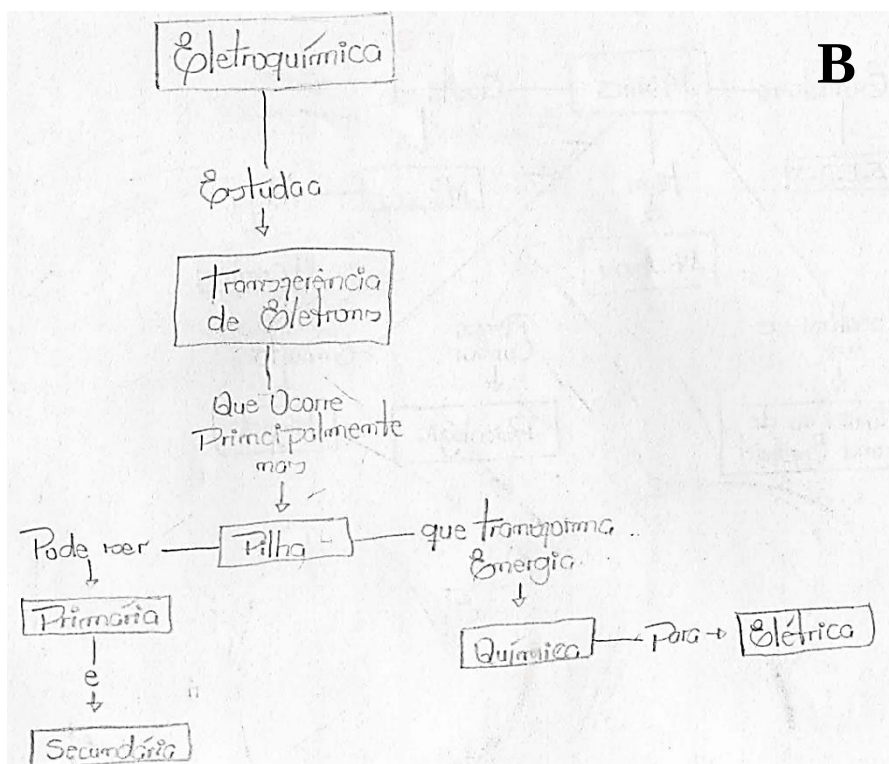
Os estudantes *E10-2* e *E7-2* (Figura 12 – A e C, respectivamente) construíram uma frase e saíram colocando os termos dentro da caixa, para “tentar” configurar a proposição de um mapa conceitual. E o estudante *E12-3* (Figura 12 – B) apresentam, tanto os conceitos como os termos de ligação dentro de caixas, o que provavelmente sinaliza que o mesmo não distingue o que é conceito do que é palavra de ligação.

Foi perceptível, que os estudantes apresentaram dificuldades de elaboração do mapa conceitual solicitado. Talvez, porque nunca produziram ou talvez porque tenha apresentado uma quantidade de conceitos insuficientes para produzir mapas conceituais. O trabalho de Almeida, Souza e Urenda (2003, p. 12), também menciona essa “não-familiaridade” na utilização deste recurso, como fator influenciador no desempenho dos alunos na elaboração de seus mapas.

Já os estudantes *E2-3* e *E2-2* (Figura 13) construíram as propostas que mais se aproximam da ideia de construção de um mapa conceitual na perspectiva de Novak, uma vez que apresenta elementos como: proposições e hierarquia de conceitos.

Figura 13- Primeiro mapa conceitual apresentado pelos estudantes *E2-3*, *E2-2* respectivamente.





Fonte: Própria.

Ao término da atividade, foi possível perceber que a construção de mapas conceituais se apresenta como um desafio para os estudantes, pois esse tipo de produção/atividade não faz parte da rotina escolar. Porém, tal fato não pode significar um obstáculo para sua realização, uma vez que os estudantes se mostraram motivados à realização dos mesmos.

A seguir serão descritas as sequências de aulas que abordam os conceitos eletroquímicos de maneira específica.

6.2.4 Sequência das aulas discutindo conceitos da eletroquímica

No intuito de produzir uma sequência de aulas com sequência lógica e com geração de significados para discutir conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica, deu-se início as aulas.

Após o momento de levantamento das concepções prévias e utilização do organizador prévio, foi realizado o terceiro momento da UEPS, que se constitui de seis aulas para abordagem dos conceitos eletroquímicos. As aulas foram planejadas no intuito de proporcionar um ambiente propício e com variedade de recursos didáticos, para que ocorra aulas com diferentes estratégias de ensino, no intuito de gerar aprendizagem significativa. A proposta visa a

superação de aulas extremamente tradicionais, que possibilitam muito mais aprendizagem mecânica (por memorização de conceitos) do que aprendizagem com significado do conceito químico.

Nesta perspectiva, Ausubel (2000) destaca três razões da superioridade da aprendizagem e da retenção significativas em relação às correspondentes por memorização:

Em primeiro lugar, o fato de o material de instrução na aprendizagem significativa ser logicamente, e, por isso, potencialmente significativo, contribui sem dúvida com algo significativo para esta superioridade. Sendo que, durante o intervalo de retenção, os significados acabados de surgir, como resultado da interação entre as novas ideias do material de aprendizagem e as ideias relevantes (ancoradas) da estrutura cognitiva, ligam-se e armazenam-se a estas ideias ancoradas altamente estáveis.

Em segundo lugar, em virtude da não arbitrariedade e da não literariedade do conteúdo do material de aprendizagem e dos processos de aprendizagem e de retenção da mesma, pode apreender-se e, também, reter-se durante longos períodos de tempo uma quantidade muito maior de materiais de instrução nas situações de aprendizagem e de retenção significativas, em oposição às por memorização.

Em terceiro lugar, o contato inicial com o material de aprendizagem e durante os períodos de aprendizagem e de retenção, faz uma diferença subjetiva e positiva relativamente ao esforço de aprendizagem e de recordação. A experiência de aprendizagem na aprendizagem significativa é subjetivamente agradável e familiar e aguça, também, a curiosidade intelectual e a perspectiva de se adquirirem novos conhecimentos, em vez de provocar uma reação como se fosse uma tarefa não recompensada e desagradável da aprendizagem por memorização que envolve um esforço cognitivo indevido. (AUSUBEL, 2000, p. 15).

Desta forma, as aulas descritas a seguir procuraram ir de encontro ao que é proposto por Moreira.

1ª Aula – Iniciando a negociação de significados por meio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

A primeira aula foi iniciada com a projeção de duas imagens (uma maçã partida e exposta ao ar atmosférico com aspecto de deterioração e um portão enferrujado). Os estudantes observaram as imagens e após uma reflexão, relataram não ver relação entre as mesmas. Neste momento, levantou-se o questionamento sobre que possível fator provoca as mudanças nos objetos observados. Após alguns segundos em silêncio, os estudantes citaram que a exposição ao ar atmosférico causaria as referidas mudanças, mas não sabiam explicar o porquê. Os estudantes também foram questionados se haveria alguma relação com o funcionamento de

pilhas/baterias. Imediatamente, responderam que não tem nenhum aspecto que relacione as imagens ao funcionamento de tais dispositivos.

Diante do interesse dos estudantes sobre o tema debatido, foi realizada a leitura do texto “Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão garante melhor proteção aos metais”, disponível em: <http://www.quimatic.com.br/blog/2017/03/entender-a-diferenca-entre-oxidacao-ferrugem-e-corrosao-garante-melhor-protecao-aos-metais/>. A discussão do texto serviu como base para a resolução da primeira situação-problema.

Problematizar a aula se configura como uma estratégia que possibilita maior participação dos estudantes na busca por resposta entre um problema real, que pode ser utilizado para discutir conceitos de um determinado conteúdo de ensino foco da aprendizagem naquele momento. Essa estratégia se configura como positiva ao processo de ensino e aprendizagem da química, por promover situações que dinamizam as aulas, possibilitando aos estudantes momentos de novas perguntas, novos exemplos, novas dúvidas, novos questionamentos, sobre as possíveis alternativas e posicionamentos inerentes aos problemas, os quais contribuem para alcançar o objetivo desejado. Também se configura como uma estratégia metacognitiva, na busca por levar o aluno a pesquisar sobre situações que os deixe consciente das formas de resolver um problema, contribuindo para este aprender a aprender e conscientizar-se dos processos utilizados, dos erros e acertos e, ainda, conseguir superar e explicar como aprendeu, e da mesma forma, facilitar o diálogo reflexivo/construtivo, que pode ser considerado um fundamento epistemológico no trabalho com as tarefas-problema (NUÑEZ, MARUJO, MARUJO, DIAS, 2004, p. 155).

Desta forma, foi proposta a seguinte tarefa-problema:

**APRESENTE A IMPORTÂNCIA DE PINTAR OS PORTÕES DE FERRO E
NÃO PINTAR OS DE ALUMÍNIO, POR EXEMPLO.**

Ao analisar as respostas propostas pelos estudantes, pode-se destacar as seguintes:

“Pinta-se os portões de ferro para que não ocorra o contato do ar com o ferro, pois vai enferrujar” (A14-3).

“Pelo que entendi o ferro é mais sensível ao ar, por isso, pode ocorrer a oxidação mais rápido e como consequência a ferrugem, e para não perder o portão é preciso pintá-lo” (A4-2).

“É importante pintar para não ficar diretamente exposto ao oxigênio, para que não ocorra o enferrujamento muito rápido, com a pintura o portão fica protegido de água, do ar, entre outros” (A2-2).

Ao término da análise das respostas, foi possível observar que trinta e quatro (36) estudantes apresentaram uma resposta coerente com o fenômeno que realmente pode acontecer caso o portão não seja pintado. Ou seja, conseguiram relacionar o fato de pintar o portão a protegê-lo da exposição ao ar atmosférico, evitando assim, uma possível corrosão do ferro e posteriormente formação da ferrugem.

Este resultado corrobora com os dados presentes na pesquisa de Fragal et. al (2011, p. 218), quando os autores mencionam que a maioria dos estudantes conseguem relacionar a pintura dos portões de ferro à proteção contra a formação da ferrugem. Assim, mais uma vez a percepção macroscópica é evidenciada em detrimento de aspectos submicro.

2ª Aula – Identificando quais espécies envolvidas na reação reduziram e quais oxidaram através da observação de um experimento.

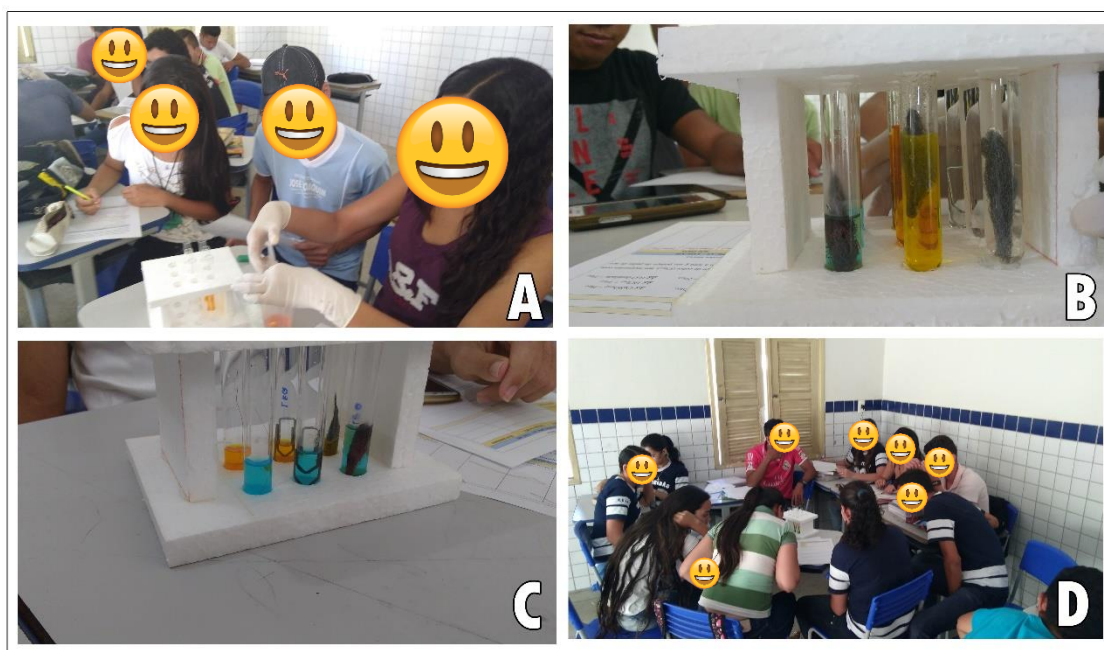
A segunda aula do terceiro momento foi fundamentada na realização de um experimento que ilustrasse a reatividade dos metais (Apêndice B).

Para realização desse momento, ambas as turmas em que o material foi aplicado foram divididas formando grupos de cinco alunos. Os estudantes se mostraram empolgados com a realização da atividade, uma vez que relataram que esse tipo de atividade não é frequente na rotina escolar. Para Giordan (1999), a experimentação desperta interesse dos alunos, independentemente do nível de escolarização, uma vez que esta tem caráter motivador, lúdico, vinculado aos sentidos. Em decorrência disso, a experimentação pode aumentar a capacidade de aprendizado.

Em concordância ao que foi mencionado anteriormente, Guimarães (2009) relata que a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais, que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

Assim, foi iniciada a realização do experimento (vide apêndice B), no qual os estudantes tiveram a oportunidade de visualizar a reatividade dos metais (Figura 14). No intuito de “tentar” gerar significado sobre o conhecimento que está sendo produzido optou-se por um experimento que utilizasse material de baixo custo, que estivesse presente no cotidiano dos estudantes.

Figura 14- Estudantes participando da realização do experimento sobre reatividade dos metais.



Fonte: Própria

Após a realização do experimento e ao analisar as anotações dos grupos, foi possível categorizar as respostas em satisfatória e em não-satisfatória. Satisfatórias quando os estudantes conseguiram relacionar os fenômenos observados aos novos conceitos apresentados antes da execução do experimento (número de oxidação, reatividade de metais, entre outros), e não satisfatórias quando os estudantes apenas relataram as mudanças observadas nos sistemas (Tabela 8).

Tabela 8- Respostas dos estudantes à observação do experimento sobre reatividades dos metais.

FATORES OBSERVADOS	CATEGORIAS			
	Satisfatória		Não-satisfatória	
Em quais sistemas houve variação da(s) característica(s) visual(is)?	Quantidade	%	Quantidade	%
	07	87,5	01	12,5
	Exemplo		Exemplo	
	Nos sistemas: $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) / \text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s})$ $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) / \text{HCl}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s})$ (Grupo 1)		O Ferro e o HCl (Grupo 3)	
	Quantidade	%	Quantidade	%
	08	100	----	-----

Quais as principais mudanças observadas?	Exemplo		Exemplo	
	<i>Mudança de cor / ganho e perda de massa / evaporação (Grupo 2)</i>		-----	
As mudanças ocorreram ao mesmo tempo? Se não, qual sistema levou menos tempo para apresentar modificações e qual levou mais tempo?	Quantidade	%	Quantidade	%
	08	100	----	----
	Exemplo		Exemplo	
	<i>Não. Levou menos tempo: Zinco e sulfato de cobre, Ferro e sulfato de cobre.</i> <i>Levou mais tempo: Zinco com Ácido clorídrico (Grupo 2)</i>		-----	
Apresente argumentos que justifique a variação de tempo nos sistemas em estudo.	Quantidade	%	Quantidade	%
	06	75	02	25
	Exemplo		Exemplo	
	<i>Alguns levaram mais tempo do que outros, uma vez que se tratava de diferentes metais (Grupo 5)</i>		<i>Em alguns levou cerca de minutos para poder acontecer algo, já em outros foram mais rápidos, levando apenas segundos para acontecer as transformações vistas (Grupo 6)</i>	
Como você identificaria qual espécie oxida e qual reduz?	Quantidade	%	Quantidade	%
	07	87,5	01	12,5
	Exemplo		Exemplo	
	<i>Pela modificação do número de ox dos elementos envolvidos nas reações (Grupo 5)</i>		<i>Quando a substância ganha ou perde, também no seu tamanho, cor e odor (Grupo 6)</i>	

Fonte: Própria

Todos os grupos preencheram de maneira satisfatória as análises sobre o que foi observado macroscopicamente nos sistemas. Sendo possível destacar que os estudantes deram indícios que se apoiaram no conhecimento sobre as evidências da ocorrência de uma reação química para fundamentar suas respostas. A mudança de cor se configura como a característica que mais chamou a atenção dos estudantes. Isto vai de encontro aos resultados encontrados por Rocha et. al. (2017, p. 06), em sua pesquisa, ao mencionar que grande parte dos estudantes utilizam a mudança de cor como evidência de uma reação química, mas sem propor uma justificativa para o fenômeno observado. Além da mudança de cor, os estudantes destacaram o ganho e/ou a perda de massa durante a reação e caracterizarão a liberação de gases presente nas reações com o ácido clorídrico com o fenômeno da evaporação. Neste sentido, Sanjuan et. al.

(2009, p. 192) menciona que esse confronto entre os modelos explicativos dos estudantes e as evidências experimentais são fundamentais para que os estudantes comecem a elaborar um pensamento químico coerente entre o fenômeno, a explicação e sua representação numa linguagem específica.

Sete grupos (cerca de oitenta e sete por cento) mencionaram que através do número de oxidação (Nox) seria possível identificar se uma espécie oxidou ou reduziu. Porém, não fizeram sua identificação, nem tão pouco mencionaram quais produtos foram formados durante as reações observadas, provavelmente por apresentar uma dificuldade em expressar esses pontos. O conhecimento sobre tais dificuldades representa uma variável importante no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo da eletroquímica, pois como destaca Benigno, Oliveira e Francisco Júnior (2012), as dificuldades em prever os produtos das reações, em identificar agentes oxidantes e redutores e número de oxidação, podem representar um entrave à compreensão conceitual e revelam uma dificuldade que possivelmente não se limita aos estudantes de sua pesquisa, uma vez que também foi possível observá-las em nossa pesquisa.

Setenta e cinco por cento (seis grupos) conseguiram relacionar a variação de tempo para se observar mudanças nos sistemas ao fato de se tratar de diferentes metais (reconhecendo assim a reatividade dos metais). E, conseqüentemente, conseguiram construir uma escala de reatividade entre os materiais utilizados na atividade experimental. Cenário semelhante foi encontrado nos resultados do trabalho de Sanjuan et al. (2009, p. 193), em que os autores relataram que a aplicação da atividade experimental *Reatividade dos Metais* (GEPEQ, 1998, p. 23-26) permitiu que os estudantes construíssem uma escala de reatividade a partir das evidências experimentais observadas.

Esses exemplos podem sinalizar que ocorreu uma diferenciação progressiva, uma vez que os estudantes conseguiram integrar novos significados às respostas apresentadas, como por exemplo, ponte salina, cátodo, ânodo, agente oxidante, agente redutor, energia, número de oxidação. Porém, Moreira (2012) alerta que para aprendermos de maneira significativa, além de diferenciar progressivamente os novos conhecimentos é necessário que ocorra a reconciliação integradora:

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é

mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência (MOREIRA, 2012, p. 07).

Bem como, foi possível analisar o papel da memorização no processo de aprendizagem, como por exemplo nas representações das equações químicas, nas quais os estudantes deveriam demonstrar certo domínio ao utilizar os símbolos químicos. Demonstrando a importância do contínuo entre a aprendizagem significativa e mecânica, quando Moreira (2012) destaca a presença da “zona cinza” (vide página 20) no processo de ensino potencialmente significativo.

Partindo das ideias apresentadas por Moreira e no intuito de identificar novos conhecimentos estabelecidos na estrutura cognitiva, como por exemplo o fato do estudante conseguir decidir entre uma bicicleta com material à base de alumínio ou ferro para uso na prática do cicloturismo, foi utilizado um texto e a segunda situação-problema. O texto: *Quais são os benefícios da atividade de pedalar para a saúde?* possibilitou o debate sobre a temática abordada, onde os estudantes demonstraram interesse pelo assunto e mencionaram que a prática do ciclismo é uma atividade que vem crescendo na cidade. Posteriormente, foi proposto que os estudantes respondessem a seguinte situação-problema:

João foi convidado para participar de um grupo de cicloturismo em Natal, mas ficou em dúvida na escolha da bicicleta que deveria comprar para passear, pois sua ideia era aproveitar esse meio de transporte, posteriormente, para uso diário em Coronel Ezequiel. Como ele ainda não estudou eletroquímica, ajuda-o na escolha da bicicleta com o melhor tipo de material. Justifique sua resposta.

A partir das respostas apresentadas pelos participantes, foi possível formular três categorias: a ideia de proteção catódica, a resistência de um material em relação ao outro e a ideia de um material mais leve ou menos denso que o outro.

A maioria dos estudantes apresentaram em suas repostas a ideia de proteção catódica e de resistência de um material em relação ao outro, os quais além de fazer referência a resistência a ferrugem, relacionaram a mesma ao ambiente em que estaria exposto (maresia, por exemplo):

“Uma bicicleta de alumínio seria melhor, pois ele tem uma leveza maior do que outros materiais, tem uma maior resistência para enferrujar, e um material mais fácil de transportar, por causa do seu peso” (A2-2).

“O melhor tipo é a bicicleta de alumínio, pois ele vai para Natal-RN e devido a maresia do mar a bicicleta não vai enferrujar, e também é mais leve” (A8-2).

“Ele deveria escolher uma bicicleta de material de alumínio, pois é mais resistente a vários danos, como por exemplo, a ferrugem” (A18-3).

“O melhor tipo é a de alumínio, pois ele vai pra Natal, então não vai enferrujar” (A10-2).

Na categoria: a ideia de um material mais leve ou menos denso que o outro, os estudantes relacionaram a escolha da bicicleta às propriedades da matéria (leveza e composição do material):

“Na minha opinião a melhor é a de alumínio porque ela é mais “maneira”, mais fácil de andar, fica mais leve” (A7-2).

“A de alumínio, porque é mais ideal para esse tipo de esporte do que uma de ferro que é mais pesada” (A5-2).

Como podemos observar nos relatos, os estudantes apresentam o surgimento de novos conceitos em suas respostas (resistência à formação da ferrugem, possivelmente ao fazer referência a reatividade dos metais), bem como relaciona os novos conhecimentos aos já existentes em sua estrutura cognitiva, por exemplo, ao fazer relação entre a escolha do material da bicicleta e a densidade do material, demonstrando assim, indícios de uma reconciliação integrativa.

Após essa etapa de aplicação da UEPS, foi demonstrado aos alunos a simulação do funcionamento de uma pilha e a construção de um desenho que pudesse representar esse fenômeno. No próximo tópico é feita a descrição dessas atividades.

3ª Aula – Simulação do funcionamento de uma pilha e representação por desenhos

O terceiro momento foi fundamentado na compreensão do funcionamento de uma pilha e baterias, a partir de aulas com o uso do texto: “Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental”, disponível no portal da Química Nova na Escola, (Bocchi, Ferracin e Biaggio, 2000). O texto apresenta uma abordagem ampla, que vai desde os aspectos históricos de produção das pilhas, perpassando pela apresentação dos diferentes tipos até a discussão das questões ambientais que as mesmas podem gerar quando dispostas de maneira incorreta no meio ambiente.

Os estudantes ficaram surpresos ao conhecer os elementos que compõem os diferentes tipos de pilhas, bem como relataram conhecer e/ou ter acesso a maioria das pilhas. Conheciam que a disposição incorreta das pilhas no meio ambiente causa consequências negativas ao solo e ao lençol freático. Sendo possível observar relatos como:

“Não sabia que esses elementos estavam presentes nas pilhas, são os mesmos que estão representados na Tabela Periódica?” (E14-2).

“Por isso que não podemos descartar as pilhas em qualquer lugar, bem que a professora de Biologia falou, mas não explicou que tinha todos esses elementos” (E10-3).

As falas dos estudantes assemelham-se aos resultados presentes na pesquisa de Silva et. al. (2014), quando os autores citam que perceberam que os estudantes já apresentavam algum conhecimento prévio sobre o assunto, mas não sobre as reações que ali estavam acontecendo.

Após o momento de discussão sobre o texto de Bocchi, Ferracin e Biaggio, foi retomada a discussão sobre o texto “por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam? Posteriormente, foi introduzida uma simulação sobre a pilha de Daniell, com o intuito de representar o fenômeno da reação de oxirredução que ocorre no funcionamento de uma pilha. A utilização de simulações se baseou em trabalhos que mencionam as vantagens dessa ferramenta para processo de ensino e aprendizagem do conteúdo da eletroquímica. Podemos assim citar o trabalho de Lazzaris, Dias e Luca (2014), que evidencia em seus relatos, que os estudantes apreciaram o uso do simulador e o consideraram como uma ferramenta útil no aprendizado de conceitos abstratos, citando termos como “aulas diferentes atraem mais a

atenção do aluno” e “bem melhor que o professor explicando no quadro”. Bem como, podemos acrescentar, que essa ferramenta, possibilita a visualização do fenômeno em nível submicro.

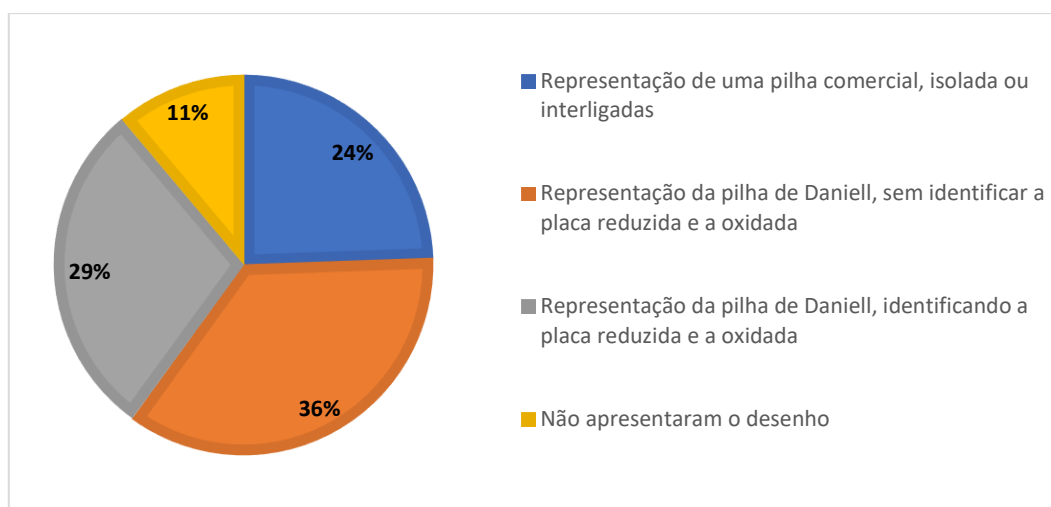
Durante a demonstração do simulador (<https://www.youtube.com/watch?v=jDzpzUzNY9g>), alguns estudantes compararam o fenômeno de deposição/corrosão na pilha, com o que vivenciaram a partir da atividade experimental. A fala a seguir retrata esse momento:

“Professora, ao redor da placa de cobre está se formando uma substância, assim como aconteceu no experimento, e a de zinco está diminuindo como ocorreu com a palha de aço, então a pilha funciona através de uma reação de oxirredução” (E2-2).

Como forma de tentar compreender como os estudantes construíram modelos mentais sobre a simulação e o funcionamento de uma pilha, foi solicitado que eles desenhassem o funcionamento desse sistema eletroquímico. A partir das representações coletadas, foi possível apresentar quatro categorias de desenhos, que podem ser observadas na Figura 15.

Foi observado que onze (11) estudantes (24%) representaram em seu desenho uma pilha comercial, como exemplificado na Figura 15, provavelmente pelo fato de estar mais próxima do conhecimento prévio dos estudantes, bem como no enunciado da questão não estava especificando se seria uma pilha ou a representação do funcionamento da mesma.

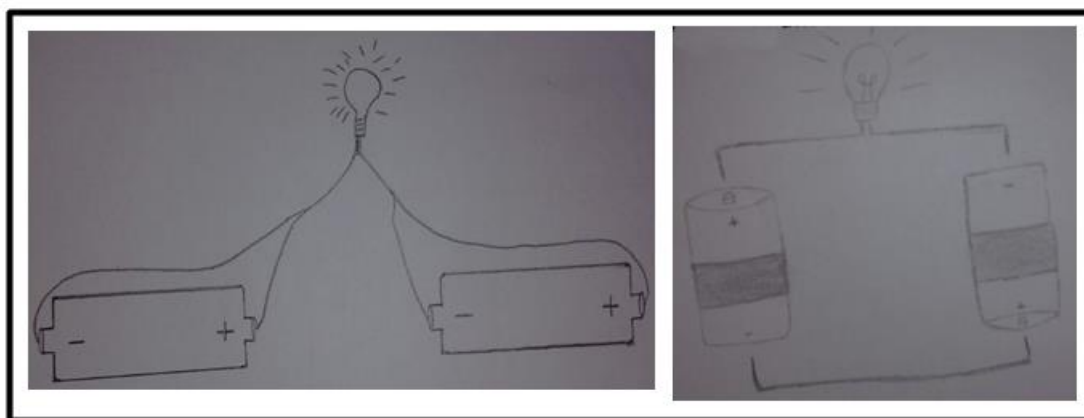
Figura 15- Categorias dos desenhos apresentados pelos estudantes para o funcionamento de uma pilha.



Fonte Própria

Ao analisar estes desenhos podemos perceber que o contexto em que o estudante está inserido é uma variável que interfere de maneira direta em seu processo de ensino e aprendizagem, uma vez que percebemos que as representações presentes na Figura 16 é um produto do meio.

Figura 16- Representações apresentadas pelos estudantes E9-2 e E8-2 sobre o funcionamento de uma pilha, respectivamente.



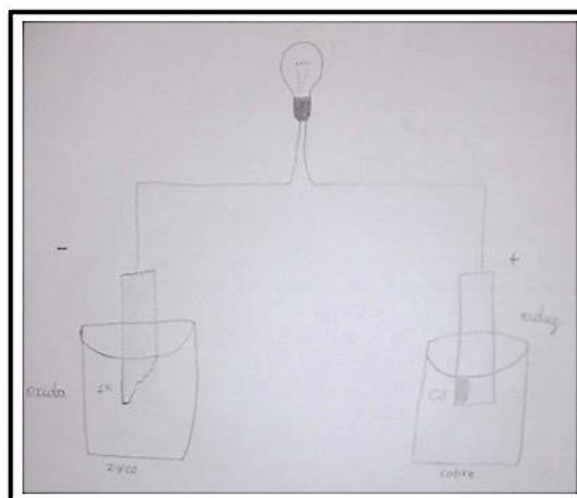
Fonte: Própria

Pode-se observar também, que os estudantes sinalizaram a ideia do ânodo e do cátodo, ao representar o polo positivo e o negativo.

Na maioria dos desenhos (65%), percebemos que os estudantes representam um exemplo clássico da pilha de Daniell, baseada nos metais cobre (Cu) e zinco (Zn). Provavelmente pelo fato desse modelo de pilha ter sido abordado nos vídeos e no simulador utilizados durante as aulas, bem como foi o princípio discutido na montagem da pilha de limão que realizamos na primeira parte dessa pesquisa.

Dessas representações, treze (29%) evidenciaram o ganho e a perda de massa dos eletrodos, mas não representam a ponte salina. Um exemplo dessas representações pode ser observada na Figura 17.

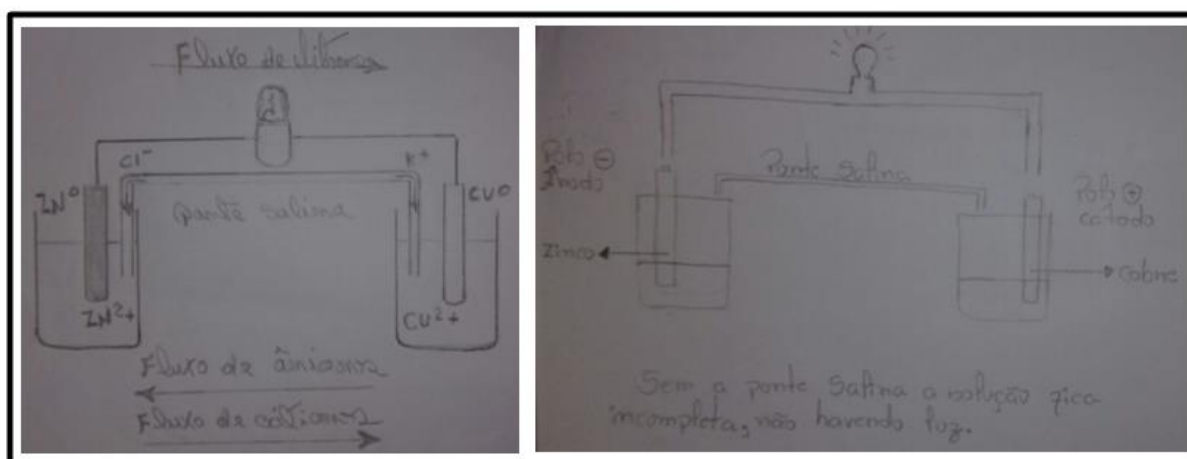
Figura 17- Representação do funcionamento de uma pilha pelo estudante E11-2.



Fonte: Própria

Já trinta e seis por cento (36%) indicaram o cátodo, o ânodo e a ponte salina, mas não evidenciaram a perda de massa por parte do ânodo e o ganho de massa por parte do cátodo (vide figura 18).

Figura 18- Representações do funcionamento de uma pilha pelos estudantes E15-3 e E3-2, respectivamente.



Fonte Própria

As figuras 17 e 18 demonstram que os alunos conseguem relacionar os conceitos de oxidação e redução às reações que ocorrem nas pilhas. O estudante *E15-3* conseguiu indicar o fluxo de elétrons e/ou íons. Já o estudante *E3-2* ressalta que a ausência da ponte salina torna a reação incompleta, o que ocasiona o não acendimento da lâmpada.

Podemos, assim, observar algumas semelhanças entre os desenhos propostos pelos estudantes para o funcionamento das pilhas e os diferentes momentos vivenciados durante essa pesquisa, sendo compreensível a falta de algumas informações nos desenhos dos estudantes, uma vez que o processo de aprendizagem é contínuo e cada estudante apresenta um ritmo diferente para a assimilação das informações.

Dados semelhantes são encontrados na pesquisa de Lima e Teixeira Júnior (2014), ao analisar as dificuldades conceituais dos estudantes do Ensino Médio sobre o conteúdo da Eletroquímica:

“Quando indagados sobre a representação da pilha de Daniel foi possível observar que 14,3% dos alunos não tentaram esboçá-la. Já metade dos alunos representou de forma correta identificando todos os elementos presentes nesta pilha e 10,7% representaram com alguns erros entre esses se destacaram a falta da ponte salina, 7,1% identificaram todos os elementos de forma correta, 57,1% deixaram a questão incompleta identificando apenas os agentes redutores e oxidantes ou o cátodo e o ânodo” (LIMA e TEIXEIRA JÚNIOR, 2014, p. 01).

A utilização de modelos é mencionada pelo trabalho de Santos, Santos e Cortes Júnior (2014), no qual os autores visam avaliar os modelos de condução elétrica em soluções eletrolíticas propostos por alunos iniciantes da graduação em Química. Durante a pesquisa foi possível observar que 59% dos estudantes utilizaram-se de modelo macroscópico para representar a capacidade de condução de eletricidade das soluções eletrolíticas, assim como ocorreu com os modelos apresentados pelos estudantes do Ensino Médio que participaram de nossa pesquisa. E apenas 29% tentaram representar o modelo a nível submicroscópico, esse resultado é analisado como um reflexo da falta de material didático que aborde a discussão do fenômeno a nível submicroscópico sobre esse conteúdo (SANTOS, SANTOS e CORTES JÚNIOR, 2014, p. 05)

Diante dos resultados até aqui observados, podemos mencionar que os estudantes apresentam maior grau de diferenciação progressiva entre os conceitos estudados, uma vez que demonstraram apropriação de um maior número de conceitos, de novos significados ao que eles já trazem de relações macroscópicas cotidianas, ou seja, o conceito de pilha.

Após trabalhar as atividades referentes ao funcionamento de uma pilha, e os estudantes apresentarem conhecimento que a eletroquímica estuda a conversão da energia química em elétrica e vice-versa, optou-se por introduzir o conceito da Energia, a fim de enriquecer o conhecimento apresentado aos estudantes e, conseqüentemente, superar algumas dificuldades de aprendizagem apresentadas. Vale salientar que o conceito de Energia foi trabalhado numa perspectiva dentro do contexto da conversão da energia química em elétrica e vice-versa, ou

seja, dentro do contexto da eletroquímica. A seguir será descrita a aplicação da referida atividade.

4º Aula – Energia: enriquecendo o debate sobre o funcionamento de uma pilha.

Nesta aula foi realizado um debate sobre a produção de energia. Para iniciar a discussão foi utilizado dois textos, o primeiro *“A Energia e a Química”* (Oliveira e Santos, 1998) e um segundo texto: *“O Supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende”* (disponível em: <http://thegreenestpost.bol.uol.com.br/o-supermercado-que-produz-100-da-energia-que-consome-a-partir-dos-restos-de-alimentos-que-nao-vende/>). Esse foi um momento oportuno para discutir com os alunos sobre as dificuldades em conceituar o que é energia e debater que esse recurso pode ser obtido a partir de diferentes fontes.

Antes da abordagem do segundo texto, ocorreu um debate sobre a produção de lixo orgânico nos supermercados e/ou feiras-livres, em que os estudantes relataram que realmente ocorre um desperdício muito grande de resto de alimentos: *“É, na feira é jogado muito alimento no lixo e imagina nos supermercados das grandes cidades”* (E21-3). Neste momento, começou um debate sobre quais possíveis soluções para esse desperdício e se seria possível gerar energia a partir desses alimentos, como questionado pelo estudante: *“Eu, acho que não, como vai gerar energia de um alimento?”* (E2-2).

Após a apresentação do texto: *“O Supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende”*, os estudantes se mostraram surpresos em saber que os alimentos contêm energia suficiente para gerar eletricidade.

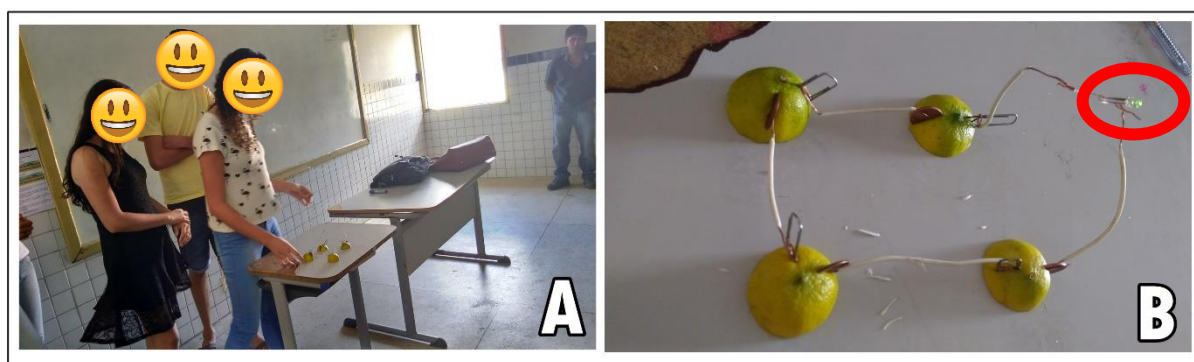
Em seguida, foi proposta uma atividade em grupo, na qual os estudantes deveriam apresentar uma situação que envolvesse fenômenos eletroquímicos.

Os estudantes demonstraram-se empolgados com a atividade. Foi dado um prazo de sete dias para apresentarem a proposta. No dia marcado houve a apresentação das situações trazidas pelos estudantes. Foram apresentadas seis situações, das quais quatro trouxeram a proposta da pilha de limão, um utilizou a batata como fonte de energia e outro apresentou a pilha de alumínio e água sanitária. Para ilustrar os resultados, optou-se por descrever três situações (narrativas) trazidas pelos estudantes, as quais serão apresentadas a seguir:

Apresentação do Grupo 1: A pilha de limão

O grupo 1, composto por estudantes do 2º Ano do Ensino Médio Regular, trouxe como proposta a montagem da pilha de limão, Figura 19, para explicar os conceitos estudados durante as atividades presentes na UEPS.

Figura 19- Grupo 1 apresentando situação que envolve fenômenos eletroquímicos – a pilha de limão.



Fonte: Própria

O professor da turma que cedeu o espaço para esta aplicação da proposta de ensino, pediu para a turma do 1º Ano assistir a apresentação dos alunos, intimidando um pouco os propulsores da nova pilha, que logo superaram a timidez. Os estudantes iniciaram a proposta, relatando que iriam apresentar uma pilha natural conhecida como pilha de limão e que a mesma seria montada conectando fios de cobre a uma moeda de 5 centavos e um clip no intuito de acender uma lâmpada de pisca-pisca de 1 volt. Os estudantes explicaram que os átomos do cobre (Cu) presentes na moeda de cinco centavos, atraem mais os elétrons do que os do zinco (Zn) presentes no clip. E que como essa transferência de elétrons está ocorrendo numa solução ácida (o limão), a reação ocorre continuamente resultando numa produção de energia suficiente para ligar uma lâmpada de pisca-pisca.

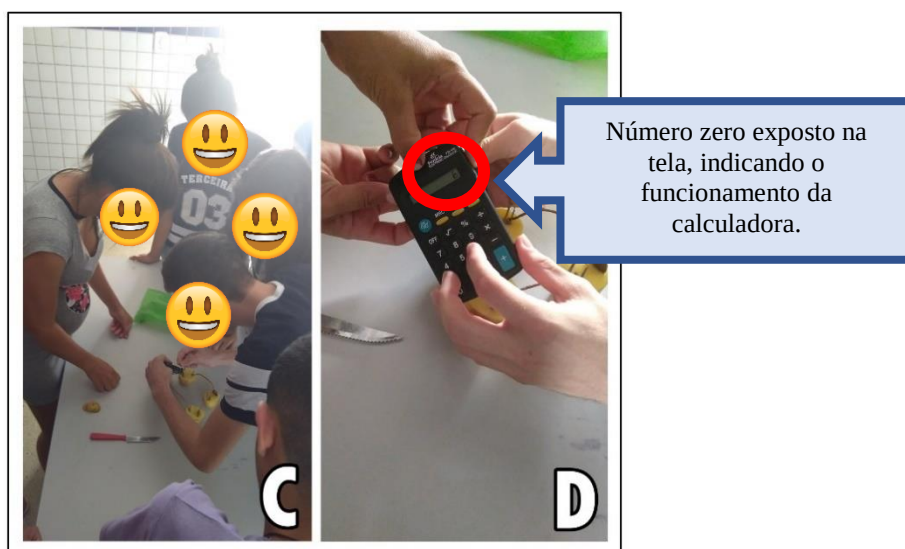
No intuito de explorar os conhecimentos que os estudantes poderiam apresentar, a pesquisadora questionou quem seria o cátodo, o ânodo, onde estava ocorrendo a redução, a oxidação, por exemplo. Nesse momento, os estudantes mencionaram que a moeda de cinco é revestida por cobre, por isso é o cátodo, ou seja, a “parte” positiva, onde ocorre a redução e que nos clips ocorre a oxidação, sendo a “parte” negativa, chamada de ânodo. Em um estudo proposto por Zittel e Miliaré (2011) eles apresentaram resposta semelhante ao que o grupo 1 relatou em sua fala: uma pilha é formada por duas substâncias, uma oxidante e outra redutora, quando elas entram em contato ocorre um fluxo de elétrons.

Os estudantes do 1º Ano que assistiam a apresentação, ficaram surpresos e questionaram se seria possível carregar uma bateria de celular utilizando limões. Nesse momento, os estudantes explicaram que não, pois a energia produzida não seria suficiente para isso.

Apresentação do grupo 4: A pilha de batata

O grupo 4 é composto por estudantes do 3º Ano do Ensino Médio Regular. Eles trouxeram como proposta a montagem da pilha de batata, como mostra a Figura 20, para explicar os conceitos estudados durante a atividades presentes na UEPS.

Figura 20- Grupo 4 apresentando a pilha de batata como alternativa para explicar os fenômenos eletroquímicos.



Fonte: Própria.

Os estudantes do grupo 4 iniciaram sua apresentação comentando que viram muitas propostas na internet que tratam os conceitos eletroquímicos através da construção de pilhas com limão, coca-cola, mas escolheram apresentar a pilha a partir da batata-inglesa.

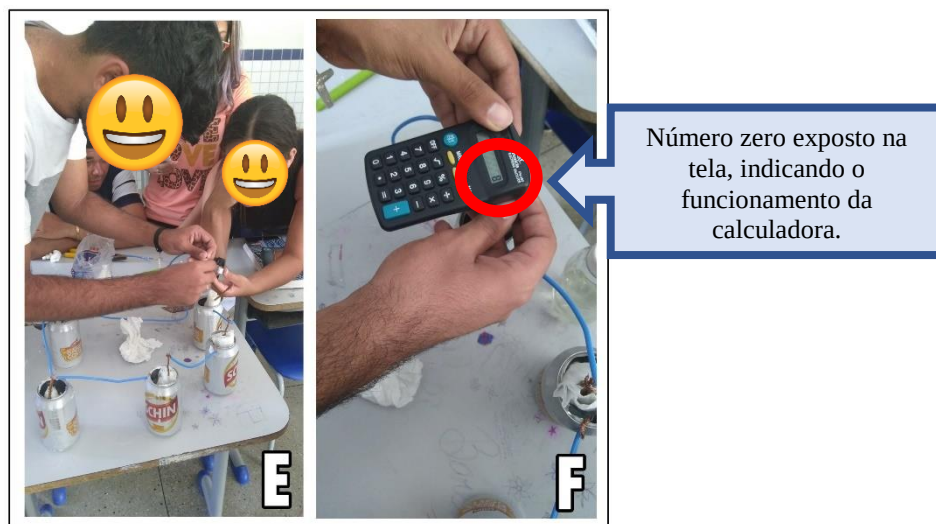
Segundo os estudantes, a batata funciona como a ponte salina, pois permite que os íons transitem de uma placa para outra, explicaram que a corrente elétrica é gerada a partir de uma transferência de elétrons, que ocorre pela reação de oxidação e redução, entre a moeda de cinco centavos que é feita de cobre, e o zinco que é material do clip. Exemplos semelhantes também são elaborados em outras propostas de ensino, como por exemplo, o proposto por Scafi (2010 p.182), que apresenta uma pilha como a de laranja para geração de energia, para o funcionamento de equipamentos simples como calculadoras. Para o autor, o conhecimento

sobre a montagem de pilhas pode ser aplicado em situações cotidianas, o que pode ser considerado como um exemplo significativo para a aprendizagem dos conceitos relacionados à eletroquímica.

Apresentação do grupo 5: Pilha de alumínio e água sanitária

O grupo 5 apresentou uma pilha à base de alumínio e água sanitária, como demonstrado na Figura 21, para explicar os conceitos eletroquímicos estudados durante as aulas. Esse grupo é composto por estudantes do 3º Ano do Ensino Médio Regular.

Figura 21- Grupo 5 apresentando uma pilha à base de alumínio e água sanitária.



Fonte: Própria

Inicialmente, o grupo 5 citou que também viu muitos exemplos para construção de pilhas, mas considerou a pilha à base de alumínio e água sanitária a mais legal. Então, resolveram trazê-la para apresentar os conceitos estudados durante todas as aulas anteriores.

O grupo apresentou dificuldades na montagem da pilha (provavelmente pelo nervosismo apresentado pelos integrantes), mas aos poucos foi se acalmando e conseguiram montá-la. Ao explicar o que estava acontecendo, o grupo explicou que estava ocorrendo uma reação de oxirredução, em que o alumínio ocorre a oxidação (perda de elétrons) e no cobre ocorre a redução (ganho de elétrons). O fio de cobre serve como condutor de corrente elétrica que vai passando de uma bateria a outra, até formar uma corrente elétrica forte o bastante para ligar a LED. Porém, não conseguiram que a lâmpada ligasse, mas eles mencionaram que ao

realizar a atividade em casa “deu certo”, e não entendia o que poderia estar errado ao tentar na escola. Nesse momento, os próprios estudantes tiveram a ideia de testar a LED numa pilha comercial e constataram que ela estava queimada. Deste modo, utilizaram uma calculadora para demonstrar a produção de energia a partir da pilha proposta.

Ao analisar as explicações apresentadas pelos grupos, pudemos perceber que as proposições apresentadas são conceitualmente aceitáveis no contexto da química.

Após a apresentação feita pelos grupos, ocorreu um debate sobre os conceitos eletroquímicos presentes nas propostas apresentadas. A partir do debate, podemos perceber que conceitos/conteúdos como: eletroquímica, oxidação, redução, cátodo, ânodo, ponte salina, transferência de elétrons, reatividade de metais, entre outros foram ancorados na estrutura cognitiva dos estudantes, evidenciado tanto pelos argumentos apresentados no debate quanto pelas colocações nas apresentações. No intuito de obter elementos que sinalizam essa “ancoragem” e como etapa final da sequência de aulas foi solicitado aos estudantes a produção de um mapa conceitual, que será relatada a seguir.

5ª Aula – Construção do segundo mapa conceitual

O mapa conceitual pode ser caracterizado como uma estratégia de ensino muito flexível e por isso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1993, apud MOREIRA, 2012, p. 02).

No intuito de verificar indícios de aprendizagem significativa, utilizamos ao final da sequência de aulas mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem. A partir deles, foi possível visualizar a organização conceitual que os estudantes atribuíram ao conhecimento difundido em todo o processo de ensino. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação, que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem.

Sendo assim, os mapas construídos foram analisados com base na perspectiva que nunca deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” de um certo conteúdo. Isso não existe, pois como destaca Moreira:

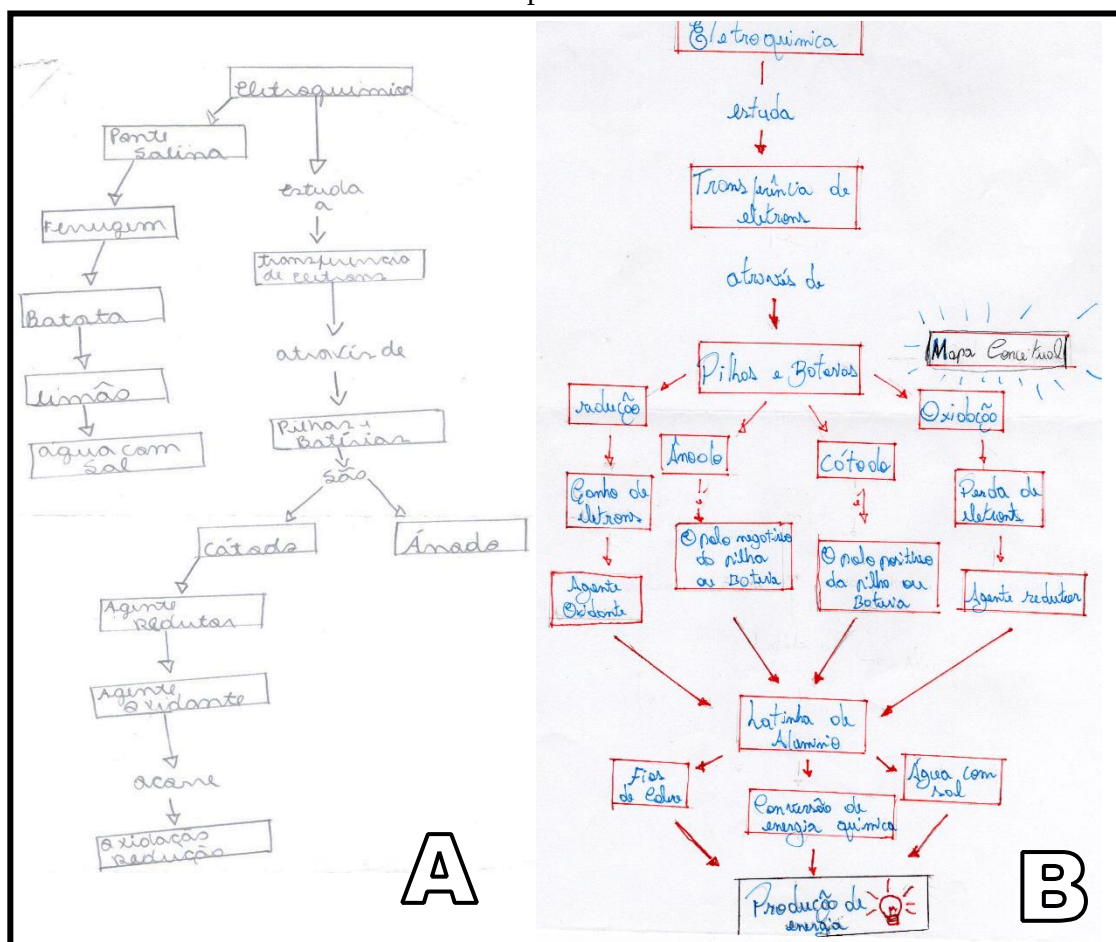
No momento em que um professor apresentar para o aluno um mapa conceitual como sendo o mapa correto de um certo conteúdo, ou no momento em que ele exigir do aluno um mapa correto, estará promovendo (como muitos outros recursos

instrucionais) a aprendizagem mecânica em detrimento da significativa. Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã (MOREIRA, 2012, p. 08).

Desta forma, os estudantes foram orientados a elaborar um mapa conceitual com base na seguinte questão-foco: O que aprendemos com as aulas sobre o conteúdo de eletroquímica?

Durante a atividade, foi possível observar que os estudantes se preocuparam em apresentar um mapa com significativas relações conceituais e o fizeram com o maior cuidado, mesmo em alguns momentos percebendo que apresentavam dificuldade em estabelecer os termos de ligação curtos entre os conceitos (vide Figura 22). Essa dificuldade em estabelecer os termos de ligação também é observada no trabalho de Fialho, Vianna Filho e Schmitt (2018, p. 06), quando os autores mencionam que os estudantes têm dificuldade em encontrar palavras para unir os conceitos, fato esse, possivelmente oriundo da limitação de vocabulário dos mesmos.

Figura 22- Tentativa de Mapa Conceitual apresentada pelos estudantes E3-3 e E14-3, respectivamente.



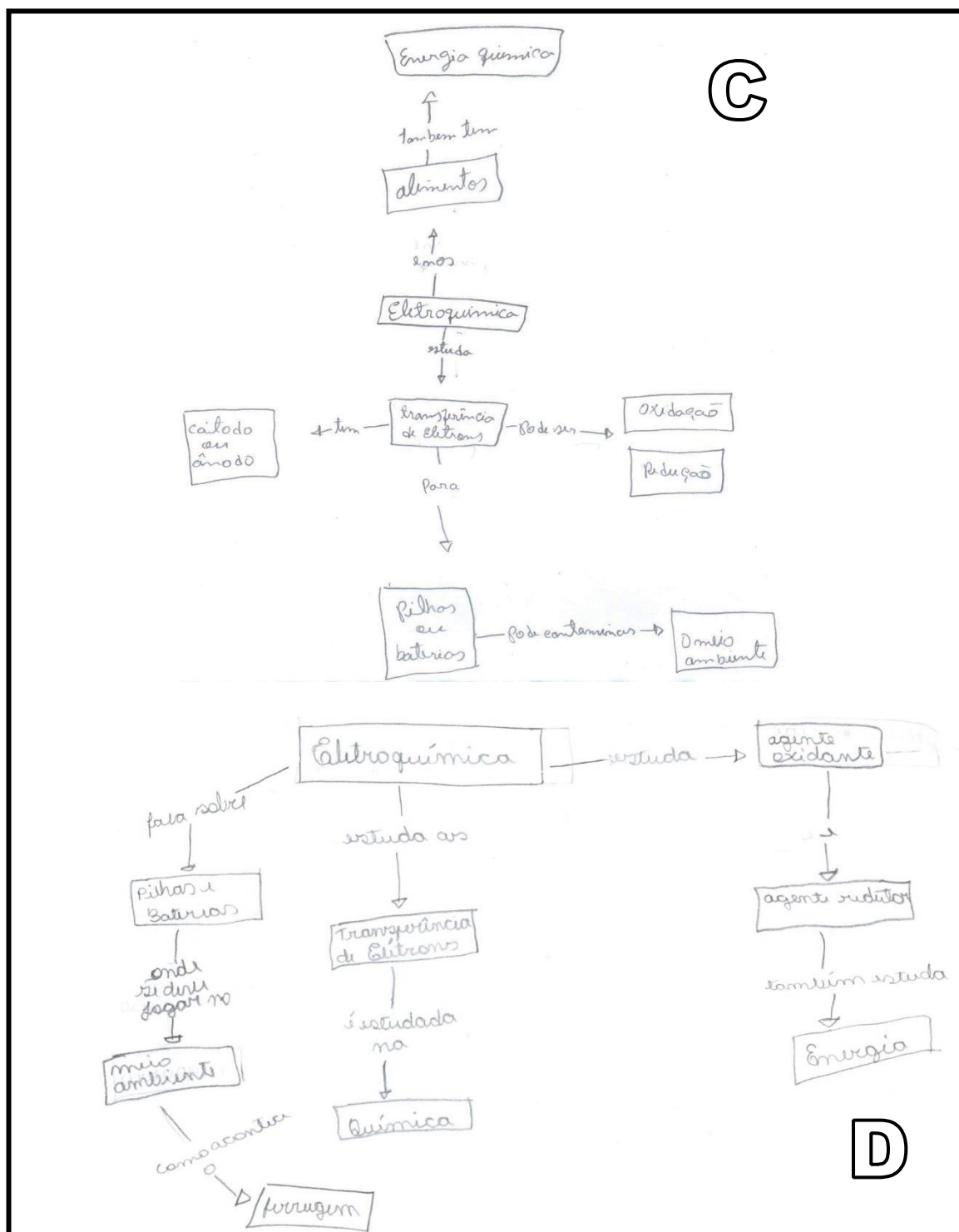
É possível observar que os estudantes entenderam que o principal fenômeno de estudo da eletroquímica é a transferência de elétrons através das pilhas e baterias. Conseguiram iniciar a construção de um mapa conceitual coerente com as indicações de Moreira. Porém, ao incluir os novos conceitos, a partir do conceito pilha, não apresentaram palavras de enlace que formassem proposições coerentes. Bem como, o estudante E3-3, inicia uma sequência de conceitos confusos, nos quais tentou incluir elementos presentes nas discussões em sala de aula, durante a aplicação da UEPS: **Eletroquímica → Ponte salina → Ferrugem → Batata → Limão → Água com sal**, foi claro seu objetivo de expressar os debates que nortearam as situações trazidas pelos estudantes, mas não conseguiu criar laços concisos entre os mesmos. Já o estudante E14-3 apresentou os conceitos numa hierarquia coerente, porém não conseguiu incluir palavras de enlace para se ter uma proposição lógica (vide Figura 22).

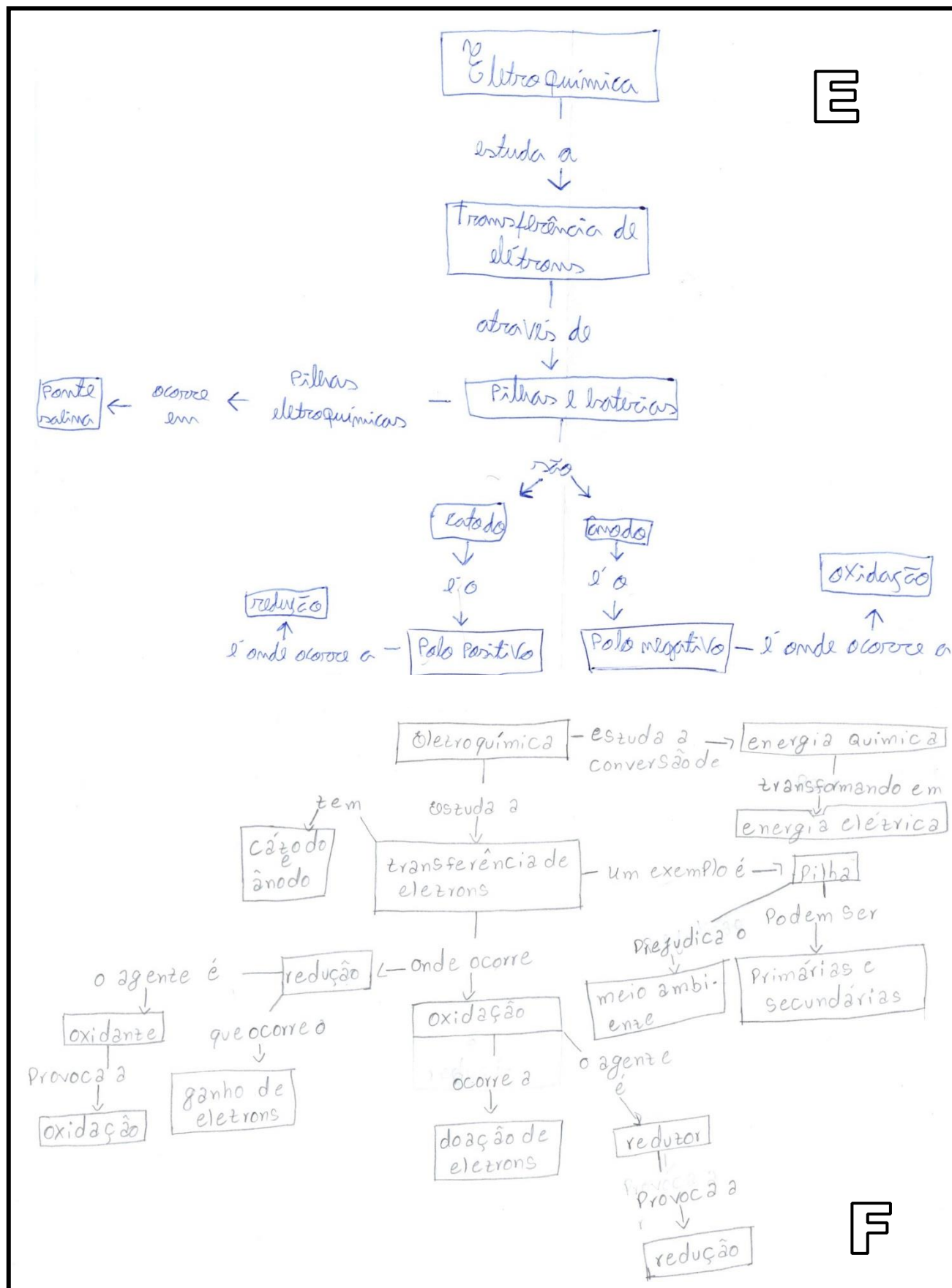
Na Figura 23, trazemos os Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes E9-2, E7-2, E2-3 e E4-2 respectivamente.

O estudante E2-3 (Figura 23-E) na sequência: **Pilhas e baterias → Pilhas eletroquímicas → Ponte salina**, não retratou de maneira coerente seu pensamento, fato explicado pela dificuldade que a maioria dos estudantes relataram em produzir um mapa conceitual. O estudante E9-2 (Figura 23-C), apresenta coerência em relacionar a Eletroquímica ao estudo da transferência de elétrons, através das pilhas e baterias, mas pode-se observar certa confusão ao propor a sequência: **Eletroquímica → Alimentos → Energia química**. Já o estudante E7-2 (Figura 23-D) propõe: **Eletroquímica → Agente oxidante → Agente redutor → Energia e Eletroquímica → Pilhas e baterias → Meio Ambiente → Ferrugem** (vide Figura 23-D). Mesmo apresentado ideias confusas, as propostas se classificam como mapa conceitual. Lembrando que não existe mapa errado, pois, como destaca Moreira (2012), mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã. Desta forma, a análise/comparação das propostas de mapas conceituais produzidos na etapa inicial com o mapa final elaborado, apresentou-se como uma ferramenta facilitadora para averiguação de indícios de uma mudança de organização de conceitos na estrutura cognitiva dos estudantes participantes dessa pesquisa. A Figura 24 ilustra

os mapas produzidos pelos estudantes E4-2 e E7-2, respectivamente. Nas duas etapas de produção de mapas conceituais, a primeira (esquerda), refere-se a etapa de conhecimento dos subsunçores dos estudantes e a segunda (direita), compreende os mapas produzidos na etapa final de aplicação da UEPS.

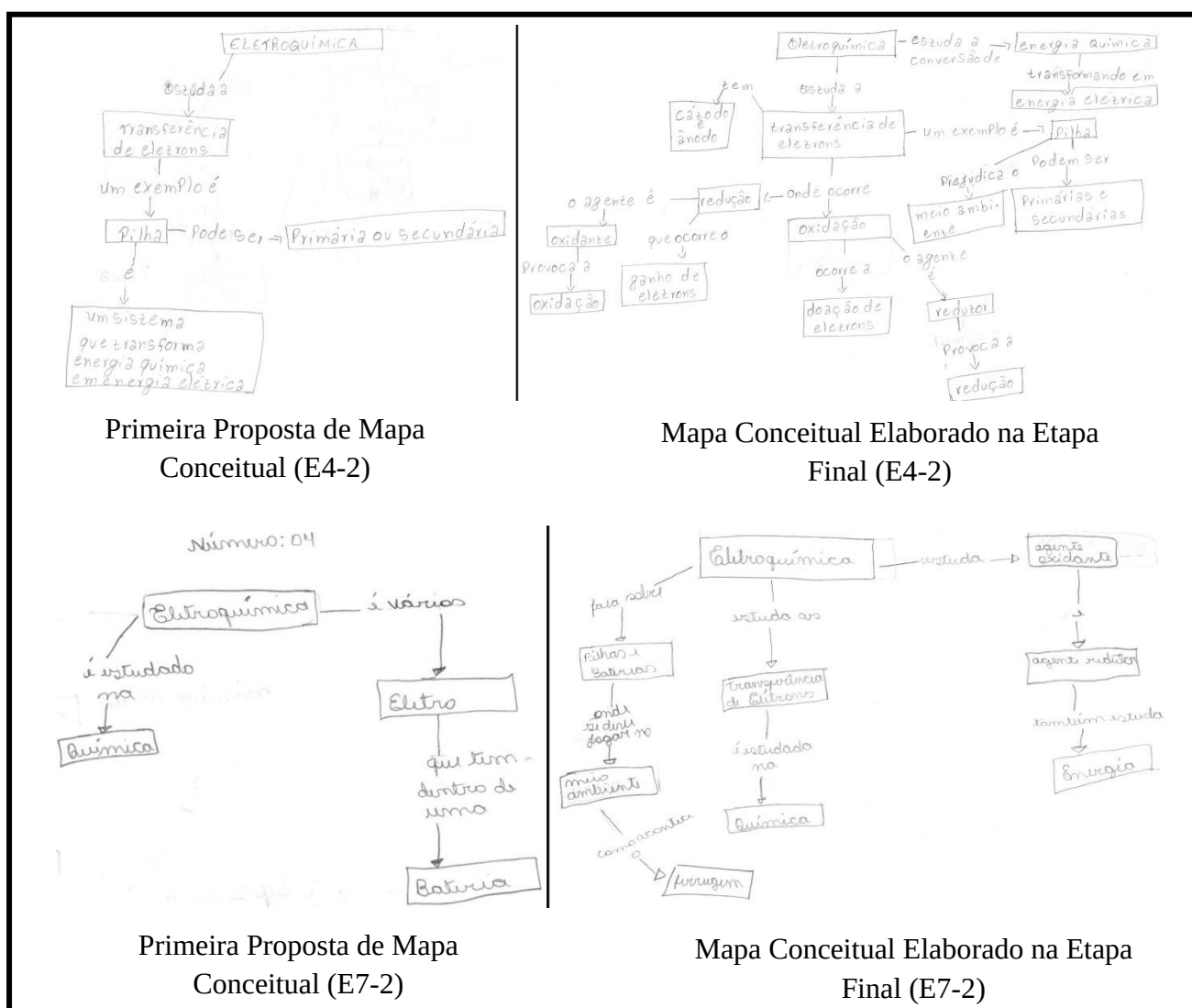
Figura 23- Mapa Conceitual apresentado pelos estudantes E9-2, E7-2, E2-3 e E4-2 respectivamente.





Ao analisar a Figura 24, é possível observar que os estudantes apresentaram uma mudança considerável no que se refere a quantidade de conceitos referentes ao conteúdo da Eletroquímica e sua respectiva hierarquização. Esse fato nos fornece fortes indícios que, a aplicação da UEPS utilizada nessa pesquisa é viável para a aprendizagem significativa dos conteúdos que permeiam a Eletroquímica. E como destaca Moreira (2012, p. 08), naturalmente, o professor ao ensinar tem a intenção de fazer com que o aluno adquira certos significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino, que são compartilhados por certa comunidade de usuários. O ensino busca fazer com que o aluno venha também a compartilhar tais significados. Mapas de conceitos podem ser valiosos na consecução desse objetivo e podem fornecer informação sobre como está sendo alcançado.

Figura 24- Mapas produzidos pelos estudantes E4-2 e E7-2, respectivamente, nas duas etapas de produção de mapas conceituais presentes na UEPS.



Ao término das análises, foi possível perceber que a utilização dos mapas conceituais como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem é um desafio, uma vez que muitos professores não introduzem essa prática em seu planejamento. Como relata Moreira (2012), a utilização dos mapas conceituais pode dar ideia de que é um recurso instrucional de pouca utilidade porque é muito pessoal e difícil avaliar (quantificar). De fato, de um ponto de vista convencional, mapas conceituais podem não ser muito atrativos nem para professores, que podem preferir a segurança de ensinar conteúdos sem muita margem para interpretações pessoais, nem para alunos habituados a memorizar conteúdos para reproduzi-los nas avaliações. No ensino convencional, não há muito lugar para a externalização de significados, muito menos para a aprendizagem significativa. Assim, mapas conceituais, como estratégia didática dentro de uma UEPS, fogem ao modelo tradicional de ensino.

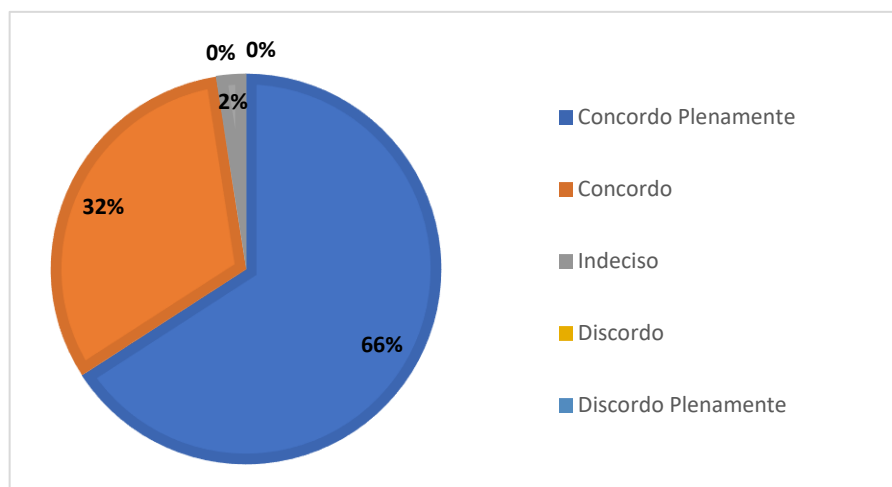
6.3 ANÁLISE DA UEPS

Com o objetivo de propor uma UEPS com diversidade de estratégias que contribuam para veiculação do conhecimento sobre o Ensino da Eletroquímica e, posteriormente, proporcionar uma aprendizagem significativa de conceitos relacionados a esse conteúdo de ensino, as etapas produzidas nessa proposta de ensino foi avaliada a partir de um questionário: com questões abertas e de uma tabela de classificação.

A partir dessa tabela de classificação, os estudantes responderam quatro afirmações sobre as atividades proposta na UEPS, elencando cinco níveis de concordância com o que era perguntado: concordo (C), concordo plenamente (CP), discordo (D), discordo plenamente (DP) e indeciso (I). Os estudantes deveriam marcar a que melhor representava sua opinião. Os resultados obtidos serão discutidos a seguir.

Para Moreira (2012), o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender, ou seja, deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não- literal, a seus conhecimentos prévios. Desta forma, a primeira análise se referia à motivação proporcionada pela UEPS. Como observado na Figura 25, dois por cento (2%) (1 estudante) se mostrou indeciso em opinar sobre o quesito, já o restante, quarenta estudantes (40), concordaram que a UEPS proporcionou motivação para o estudo da eletroquímica.

Figura 25- Avaliação realizada pelos estudantes quanto a motivação proporcionada pela UEPS.



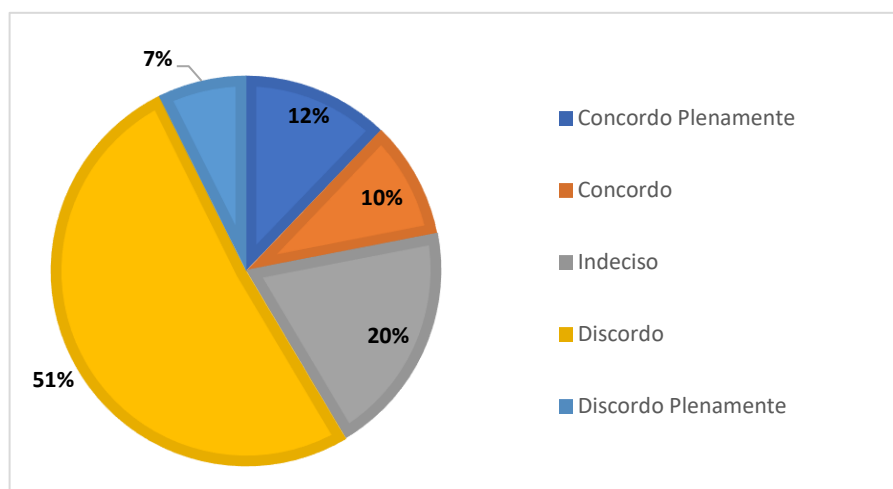
Fonte Própria

Em seguida, os estudantes foram questionados se as aulas baseadas na explicação com a utilização de quadro e giz já seriam suficientes para entender o conteúdo de eletroquímica.

Para a referida análise, é possível observar (Figura 26) que os estudantes demonstraram opiniões diversas. Vale salientar que, para elaboração da afirmação não foi utilizado o termo aula tradicional, mas sim elementos presentes nas mesmas (explicação baseada na utilização do quadro e lápis). Desta forma, os resultados mostram que cinco (5) estudantes concordam plenamente e 04 concordam que as aulas tradicionais seriam suficientes para o entendimento dos conceitos eletroquímicos, mas oito (08) estudantes se mostraram indecisos. Esse número de concordância com a aula expositiva como suficiente, pode estar relacionado à apreensão dos estudantes com o acesso à informação que estava sendo coletado a partir deste questionário, já que no momento de responderem, alguns deles questionavam se o resultado coletado nos questionários seria acessado pelo professor de química que cedeu o espaço para aplicação desta proposta didática.

Os PCN's (1999) destacam que o Ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Nesta perspectiva, a maioria, vinte e quatro estudantes (51%) e três (7%) discordam que as aulas tradicionais proporcionam a compreensão dos conceitos químicos, vide Figura 26.

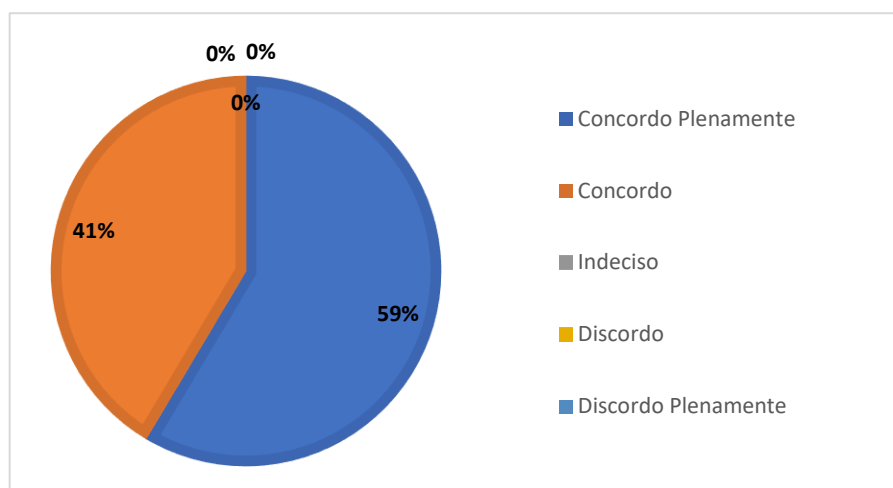
Figura 26- As aulas baseadas na explicação com a utilização de quadro e giz já seriam suficientes para entender o conteúdo de eletroquímica.



Fonte: Própria

Ao serem questionados em relação a importância das atividades presentes na UEPS, se as mesmas foram importantes para superação dessas aulas tradicionais (Figura 27), todos os estudantes expuseram satisfação com as atividades presentes na proposta, afirmando que concordam com a importância de diversificar as atividades. Esse fator é de suma importância na avaliação da UEPS, uma vez que, é o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Naturalmente, no ensino, o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino. Mas, isso normalmente depende de um intercâmbio, de uma “negociação” de significados, que pode ser bastante demorada (MOREIRA, 2012, p. 08).

Figura 27- Avaliação realizada pelos estudantes quanto a importância das atividades presentes na UEPS.

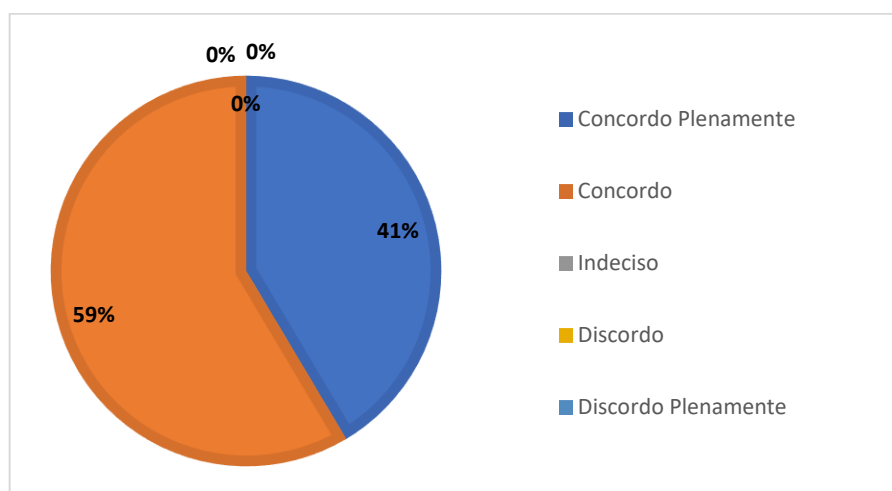


Fonte Própria

Por fim, os estudantes avaliaram se as atividades facilitaram o aprendizado dos conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica (Figura 28), complementando assim a afirmação anterior.

É possível observar que, todos concordam que as atividades presentes na UEPS facilitaram o aprendizado dos conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica. Vale salientar, que todas as atividades mencionadas, seguiram os pressupostos de Moreira (2017, p. 08), em todos os passos. Assim, os materiais e as estratégias de ensino foram diversificados, o questionamento foi privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica foram estimulados. Como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão. Embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais.

Figura 28- Avaliação realizada pelos estudantes sobre a facilidade em aprender os conceitos realizados ao conteúdo da eletroquímica através das atividades presentes na UEPS.



Fonte Própria

Após apresentar as respostas na tabela de classificação, os estudantes foram convidados a responderem um questionário composto por três perguntas abertas. Na primeira, os estudantes deveriam indicar o que acharam da UEPS. Foi possível observar que 24 estudantes classificaram a UEPS como excelente, 16 como boa e 1 estudante classificou como regular. E destacaram pontos importantes sobre a mesma, que podem ser observados no quadro abaixo:

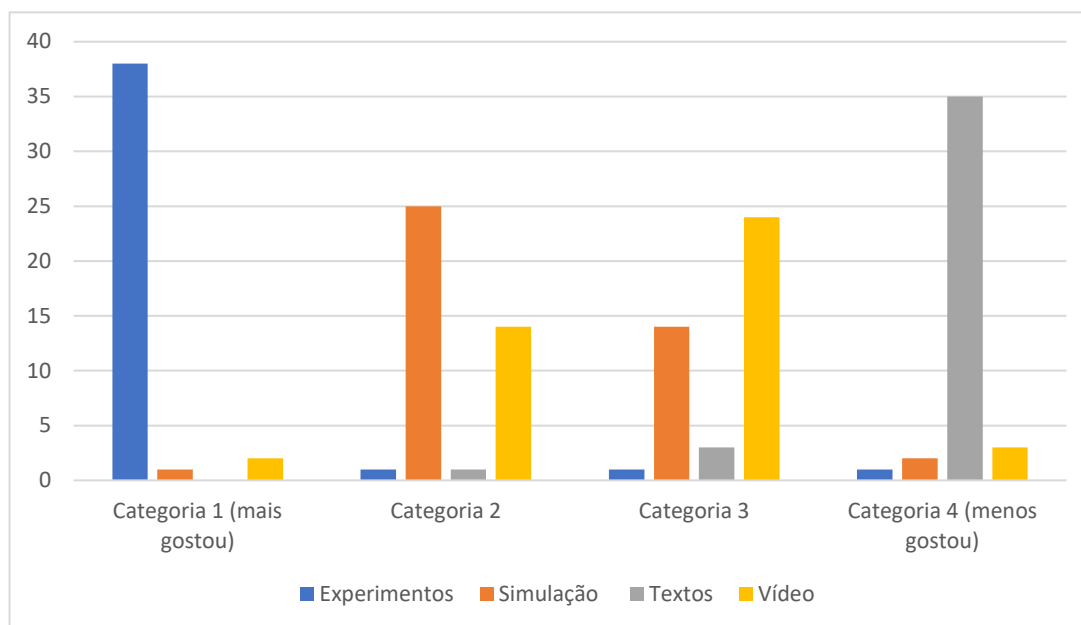
<i>“Excelente, bem prática e estimulante ao ensino” (E5-2)</i>
<i>“Muito boa, facilitou nossa aprendizagem” (E9-3)</i>
<i>“Excelente, porque o conteúdo foi trabalhado de uma forma diferente, facilitou a compreensão dos conteúdos” (E2-2)</i>
<i>“Achei muito interessante, porque foi importante para um melhor entendimento, compreender melhor o assunto” (E4-2)</i>
<i>“Bom, porque a cada atividade aprendi um pouco mais sobre a eletroquímica, e o assunto era mais entendido” (E18-2).</i>

Ao analisar os relatos acima, é possível perceber a necessidade de aulas dinâmicas no ensino, uma vez que todos os estudantes mencionaram o fato da UEPS proporcionar aulas diferentes daquelas que eles têm frequentemente na escola.

Desta forma, é notável a necessidade de mudanças no ensino de Química no Ensino Médio, é necessário que os professores conduzam a construção de um novo processo de aprendizagem, que leve a participação ativa do estudante. Pois, como destaca Machado (2004, p. 155), é necessária a superação das propostas tradicionais do ensino de Química, que centram sua abordagem em torno de conteúdos descontextualizados a partir de uma lógica do “conhecimento sistematizado”. As dificuldades de aprendizagem não são meramente um reflexo das práticas escolares. Antes de mais nada, compreendemos que esta disciplina está presente na vida das pessoas e o docente necessita reformular seu trabalho pedagógico, atualizar-se diante das tendências, procurar métodos construtivos que motivem os discentes a estudar química de forma significativa e com reflexos positivos, tendência essa que pode ser adquirida a partir da melhoria constante de políticas educacionais ao ensino da química, pensada principalmente por programas governamentais e suas respectivas secretarias de educação.

Os estudantes também foram questionados sobre a satisfação em relação as atividades presentes na UEPS. Como pode ser visualizado na Figura 29, os estudantes estabeleceram o número 1 (Categoria 1) as atividades que mais gostaram, o número 2 (Categoria 2) as atividades que gostaram em segundo lugar, o número 3 (Categoria 3) ao nível de satisfação em terceiro lugar e, por último, o número 4 (Categoria 4) as atividades que eles menos gostaram.

Figura 29- Enumeração de maneira crescente (atribuído 1 a que mais gostou e 4 a que menos gostou) das atividades que os estudantes mais gostaram.



Fonte Própria

Após analisar a Figura 29, é notório que os estudantes se mostram motivados ao se propor a realização de experimentos em sala de aula, uma vez que trinta e oito dos quarenta e um estudantes que responderam ao questionário, mencionaram que a atividade que mais gostaram de realizar foi o experimento, fato esse compreendido pela falta dos mesmos no planejamento dos professores. A partir deste questionamento, relatos como:

“Os experimentos foram as melhores aulas, porque é uma forma mais divertida e clara de aprendizagem” (E4-2)

“A melhor aula foi a que teve o experimento, porque teve o contato com um experimento dou algo diferente e muito legal” (A2-2)

Giordan (1999) observa que é de conhecimento dos professores de ciências o fato da experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta.

Em consonância, Neves e Silva (2006) reconhecem que a realização de atividades experimentais pode ser um recurso útil para motivar a aprendizagem:

aprender procedimentos e conceitos, além de favorecer atitudes positivas em relação à Ciência. Os autores, porém, também reconhecem que uma das críticas às atividades experimentais é de que o conceito envolvido na experiência pode não ser evidente para o aluno como é para o professor, ou seja, o aluno não consegue distinguir o fenômeno e as leis científicas envolvidas na experiência demonstrada. Talvez alguns professores tenham a crença de que é fácil para os alunos fazerem a relação entre os conceitos e os fenômenos observados. É provável que esses conceitos já tenham sido interiorizados pelos professores há algum tempo, mas não pelos alunos (NEVES e SILVA, 2006, apud SOUZA, 2011, p. 22).

Em contraposição, trinta e cinco estudantes mencionaram que a atividade que menos gostaram foi a leitura de texto: *“não gostei dos textos, não gosto de ler”* (E18-3); *“o que menos gostei, foram os textos, é muito cansativo ler”* (E11-2).

Por fim, foi perguntado aos estudantes de que forma eles explicariam a aprendizagem dos conceitos trabalhos no decorrer da aplicação da UEPS. Obtivemos respostas como:

<i>“Me proporcionou a motivação para estudar a eletroquímica”</i> (E8-2)
<i>“Foi uma forma diferente e legal de se aprender eletroquímica, pois trabalhou aulas diferenciadas ao longo das aulas”</i> (E4-2)
<i>“A aprendizagem foi muito boa, compreendi tudo de uma forma simples, foi descontraído a forma de ensinar, foi um período de aprendizagem maravilhoso”</i> (E2-2)
<i>“Que nas reações de oxirredução, existe a oxidação, que é a perda de elétrons e a redução, que é o ganho de elétrons e também como se dá o funcionamento de uma pilha, que o ânodo é o polo negativo e o cátodo é o polo positivo, além de aprender muitas coisas com as experiências”</i> (E13-3)

Desta forma, os dados obtidos com as respostas dos questionários, evidenciam que a aplicação da UEPS foi proveitosa e proporcionou um ambiente dinâmico e propício para a efetivação de uma aprendizagem significativa, em que os estudantes tiveram a oportunidade de integrar os novos conceitos em sua estrutura cognitiva de maneira progressiva, aproximando-os dos conhecimentos prévios e posteriormente a presença de uma consolidação integradora.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou a construção, aplicação e análise de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com base em pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, para a abordagem do conteúdo da Eletroquímica e dos conhecimentos que permeiam a compreensão desse conteúdo no Ensino Médio Regular. A sequência de aulas proporcionou um ambiente motivador, assim como relatou a maioria dos estudantes participantes dessa pesquisa. Abordou os principais conceitos envolvidos com o conteúdo da Eletroquímica e posteriormente relacioná-los a situações comuns, que podem estar presentes no contexto onde vivem, como por exemplo, o reconhecimento de fenômenos de oxirredução e a capacidade de escolha de um produto comercial à base de metais em detrimento de outros que também possuem constituição metálica. Esse processo possibilitou maior interação dos estudantes com os conceitos eletroquímicos estudados, muitas vezes, apresentados como distantes de sua realidade.

As ideias presentes nessa sequência de aulas, podem servir de base para a construção do planejamento didático por outros professores da rede pública e/ou privada para ministrar esse mesmo conteúdo de ensino e/ou outros da química. Isso é possível pelo fato de utilizarmos nesse planejamento uma variedade de materiais de fácil acesso a qualquer professor que deseje aplicá-los em sua sala de aula.

Um dos fatores relevantes, que podem ser destacados no decorrer da sequência de aulas foi a motivação que os estudantes tiveram em participar das aulas, que fogem ao ritual de aulas tradicionais, cujo o foco é a exposição constante do conteúdo de ensino. Este fato foi identificado a partir da participação deles durante a resolução de situações do cotidiano e dos debates sobre o conteúdo, característica importante para consolidação da ancoragem do conhecimento químico, uma vez que a cada momento vivenciado a aprendizagem dos conhecimentos prévios eram relacionados às novas situações de ensino.

Além da motivação, os estudantes demonstraram indícios de aprendizagem significativa ao produzir mapas conceituais, compararmos os mapas produzidos na etapa final de aplicação dessa proposta didática com as primeiras propostas de mapas produzidos, foi possível identificar maior relacionabilidade entre os conceitos ligados. Fato que nos mostra uma evolução de como os novos conceitos estão dispostos na estrutura cognitiva de cada estudante, como por exemplo na Figura 23, em que foi possível observar uma mudança na quantidade e na diversidade de conceitos apresentados nos mapas construídos.

Com relação a compreensão do fenômeno no nível submicroscópico, foi identificado que os estudantes apresentam dificuldade em descrever esse nível de representação dos sistemas em estudo e o funcionamento por completo tanto da pilha comercial quanto da pilha de Daniel.

Neste último, vários desenhos foram representados de forma incompleta, faltando partes como a ponte salina, a perda e o ganho de massa, os íons presentes em solução e o sentido do fluxo de elétrons.

Para finalizar a etapa de aplicação da UEPS, foi realizada uma análise pelos estudantes, onde foi possível observar que a mesma apresenta-se como um instrumento motivador para a aprendizagem dos conceitos que envolvem a Eletroquímica, principalmente pela presença de uma diversidade de estratégias/atividades, tais como leitura de texto, debate, resolução de situações-problemas, realização de atividades experimentais, utilização de vídeo, entre outros.

Enquanto professora/pesquisadora considero que o uso de diferentes estratégias de ensino se faz necessário no processo de ensino e aprendizagem da química. Pois, a superação das aulas meramente expositivas pela utilização de recursos diversos oferece ao estudante um papel de protagonista no processo de ensino e aprendizagem, pois o mesmo pode intervir e/ou propor mudanças para efetivação de sua aprendizagem.

Desta forma, é possível inferir que a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, produto dessa dissertação, intitulada “Passeando pela Eletroquímica: um tour pelas reações redox e corrosão em contextos significativos” pode ser utilizadas para gerar uma aprendizagem significativa dos conceitos ligados ao conteúdo da Eletroquímica, possibilitando aos estudantes utilizarem esse conhecimento para explicar fenômenos ao seu redor ou em seu cotidiano que os levem a tomada de decisão consciente dos fenômenos que os cercam.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA Fabiana C. P. de; SOUZA, Aguinaldo Robinson de; URENDA, Pablo A. Venegas. Mapas Conceituais: avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, SP, 25 a 29 de novembro, 2003.

ATKINS, P e. JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman. 2001.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª ed. Paralelo Editora, LDA, 2000.

BARRETO, Barbara S. J.; BATISTA, Carlos H.; CRUZ, Maria Clara P. Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos. **Química Nova na Escola**, vol. 39, n.º 1, p. 52-58, fev.2017.

BENIGNO, Ana Paula A.; OLIVEIRA, Paulo César C. de; FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E. Experimentos como estratégia de aprendizagem de processos de oxidação-redução: uma análise da linguagem química. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho, 2012.

BOCCHI, Nerilso; FERRACIN, Luiz Carlos; BIAGGIO, Sonia Regina. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. **Química Nova na Escola**, nº 11, maio 2000.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Vol. 2: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999.

BRITO, Vanessa Biazotto; SANTOS JÚNIOR, Edivaldo Pereira dos; KIOURANIS, Neide Maria Michelan; RODRIGUES, Maria Aparecida; FÁVERO, Luzia Otilia Bortotti. Pilhas e baterias como tema para explorar reações de oxirredução e consumo sustentável no Ensino Médio. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho, 2012.

BROWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. Tradutor: Robson Matos; consultores técnicos André Fernando de Oliveira e Astréa F. de Souza Silva. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRUM, Wanderley Pivatto; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. A utilização de uma ueps no ensino de matemática: uma investigação durante a apresentação do tema probabilidade. **Aprendizagem Significativa em Revista/**Meaningful Learning Review – V5(1), p. 15-32, 2015.

CHACON, Eluzir P.; RIBEIRO, Carlos Magno R.; BORGES, Márcia N. O uso do áudio e vídeo sobre “Corrosão” no ensino de Reações Redox e Eletroquímica sob diferentes olhares discentes – estudo de caso. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

COELHO, André Luís Miranda de Barcellos; TEIXEIRA, César Borges; OLIVEIRA, Fábio de; MEIRA, Samara Leite Brito. Uma UEPS para o ensino dos espelhos esféricos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, nº 8, 2017.

COSTA, Fábila F. P. da; SOUSA, Inaiara de. O Ensino de Corrosão Através do Método Estudo de Casos. In: **37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Natal, RN, 26 a 29 de maio, 2014.

FELCHER, Carla Denize Ott; FERREIRA, André Luis Andrejew; FOLMER, Vanderlei. Da Pesquisa-Ação à Pesquisa participante: discussões a partir de uma investigação desenvolvida no facebook. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol 12, nº 7, 2017.

FIALHO, Neuza N.; VIANNA FILHO, Ricardo P.; SCHMITT, Magda R. O Uso de Mapas Conceituais no Ensino da Tabela Periódica: um relato de experiência vivenciado no PIBID. **Revista Química Nova na Escola (em prelo)**, 2018.

FIRME, Ruth do Nascimento; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; BARBOSA, Rejane Martins Novais. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Curitiba, PR, Brasil – 21 a 24 de julho, 2008.

FONTES, Anderson M.; LOURENÇO, Marcos Felipe de P.; MESSEDER, Jorge C. A representação experimental da pilha de Daniell nos livros didáticos: um erro questionado. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho, 2012.

FRAGAL, Vanessa Hafemann; MAEDA, Silvia Mara; PALMA, Elisângela Pacheco da; BUZATTO, Maria Bernadete Pimenta; RODRIGUES, Maria Aparecida; SILVA, Expedito

Leite. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 4, nov. 2011.

FREIRE, Melquesedeque da Silva; SILVA JÚNIOR, Carlos Neco da; SILVA, Márcia Gorette Lima da. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 5 a 9 de dezembro, 2011.

FREITAS FILHO, João Rufino de; FREITAS, Ladjane Pereira da Silva Rufino de; FREITAS Juliano Carlo Rufino de; TAVARES, Artur Felipe Azevedo de Lima. Mapas conceituais: utilização no processo de avaliação da aprendizagem do conteúdo haletos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.8, nº 3, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIORDAN, Marcelo.: O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências, **Química Nova na Escola**, n.º 10, p. 43-49, 1999.

GOES, Luciane F.; VAIROLETTE, Lucas; ALBUQUERQUE, Gabriela Z. C.; BLOISI, Georgia D.; FERNANDEZ, Carmen; AGOSTINHO, Silvia M. L. Reflexos de um curso de formação contínua em Eletroquímica em um grupo de professores do Ensino Médio. In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química: Criar e Empreender, Goiânia, 2016.

GOMES, Jacqueline Nascimento; PEREIRA, Lidianne de Lemos Soares. As concepções sobre pilhas no âmbito de um curso técnico em química em Goiás. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 31, Nº 3, ago. 2009.

KLEIN, Sabrina Gabriela; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Reações de oxidação-redução: Concepções conceituais de estudantes do nível médio. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, SP, 24 a 27 de novembro, 2015.

KREUZ, Adrian; SCHARF, Mauro; SILVA, Cristina Evaristo. A fotografia convencional como uma técnica de ensino e aprendizagem de reações de oxirredução na Educação Básica. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho, 2012.

LAZZARIS, Maika Janine; DIAS, Rafael Carlos Eloy; LUCA, Anelise Grünfeld de. O uso de simulações computacionais como ferramenta para o ensino da eletroquímica. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

LEITE, Bruno Silva; SILVA, Alexsandro Alberto da; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Elaboração de uma hipermídia sobre eletrólise para o ensino de química. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Curitiba, PR, Brasil – 21 a 24 de julho, 2008.

LIMA, Jackeline Camargo de; TEIXEIRA JÚNIOR, José Gonçalves. Análise das dificuldades conceituais dos alunos do Ensino Médio sobre o conteúdo de Eletroquímica. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

LOCATELLI, Solange W.; ARROIO, Agnaldo. Estratégia metavisual no auxílio a reconhecer submicroscopicamente diferenças de tamanho (átomo/cátion) numa interação eletroquímica. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

MACHADO, Andréa Horta. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 2º Ed. Unijuí, 2004.

MACHADO, N. J. Interdisciplinaridade e contextualização (2005). In: WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, maio, 2013.

MACIEL, Juliane A.; SANTOS, Alcides L.; NÓBREGA, Danielly de S.. Eletroforca: A eletroquímica trabalhada em um contexto lúdico. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

MATOS, Larissa Aparecida Corrêa; TAKATA, Neide Hiroko; BANCZEK, Everson do Prado. A Gota Salina de Evans: Um Experimento Investigativo, Construtivo e Interdisciplinar. **Revista Química Nova na Escola** vol. 35, nº 4, p. 237-242, nov. 2013.

MENDONÇA, José Gutemberg; SOUSA, Paulo Deyvity Rodrigues de; SOUZA; Mônica Marcelino; SILVA, Thiago Pereira da; SILVA, Gilberlândio Nunes da; DANTAS FILHO, Francisco Ferreira. Construção e avaliação de uma sequência didática para o conteúdo de Eletroquímica com ênfase numa abordagem CTSA numa perspectiva Ausebiliana. In: **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**. Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho, 2016.

MERÇON, Fábio; GUIMARÃES, Perdo Ivo Canesso; MAINIER, Fernando Benedicto. Sistemas Experimentais para o Estudo da Corrosão em Metais. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 1, fev. 2011.

MEYER, Adailze Lenita; GUIMARÃES, Orlinay Maciel. Eletroquímica – O Desafio: construindo jogos em sala de aula no ensino médio. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de**

Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). Curitiba, PR, Brasil – 21 a 24 de julho, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidade de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. In: SILVA, Márcia Gorette Lima da; MOHR, Adriana; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de (Orgs.). **Temas de Ensino e Formação de Professores de Ciências**. Natal, RN: EDUFRN, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>> Acesso em: 12 out. 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~Moreira. Acesso em: 12 out. 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~Moreira . Acesso em: 12 out. 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e Diagrama V (2006). Extraído do trabalho "**Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa**", de M. A. Moreira, publicado em *Ciência e Cultura*, 32(4):474-479, 1980. Disponível em: http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf. Acesso em: 20 jul. 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~Moreira. Acesso em: 12 out. 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(1): 7-29. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Acesso em: 02 ago. 2016.

MOSSI, Caroline Silverio; VINHOLI JÚNIOR, Airton José; CHAGAS, Edvanio. O uso das TDICs como recurso para o ensino de conceitos em eletroquímica. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 03 a 06 de julho, 2017.

NASCIMENTO, Márcia Cristina; GONZALES, Carlos Eduardo Fortes. A importância da experimentação e da questão ambiental no processo ensino-aprendizagem: montagem da pilha

de Daniell com gerenciamento dos compostos gerados. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho, 2012.

NASCIMENTO, Márcia Greyciliane da Silva; MELO, Nubia Maria de Castro Oliveira; REGIANI, Anelise Maria. Usando pilhas e baterias, instrumentos facilitadores de aprendizagem para o ensino médio. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

NEGREIROS, Sandra Mara Ribeiro; MATSUMOTO, Flávio M.; GUIMARÃES, Orliney M.. Construindo Pilhas: Relato de uma prática investigativa no ensino de química envolvendo alunos do ensino médio. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Curitiba, PR, Brasil – 21 a 24 de julho, 2008.

NEVES, Luiz Seixas das; SILVA, Márcia Gorette Lima da. Instrumentação para o Ensino de Química. In: Souza, Jorge Raimundo da Trindade. **Instrumentação para o Ensino de Química**. Belém: Ed. da UFPA, 2011.

NUNES, Cléber Thiers da Silva; DIAS, Ana Alice Santana Lima; GAMA, Adnilde de Jesus; SANTOS, José Lima dos; SILVA, Joeliton Chagas; SILVA, Erivanildo Lopes da. O ensino de Eletroquímica: desenvolvimento, aplicação e validação de uma Sequência de EnsinoAprendizagem. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, 10 e 13 de novembro, 2013.

NUÑEZ, Isauro Beltrán; MARUJO, M.P.; MARUJO, L.F.L.; DIAS, M.A.S. O Uso de situações-problema no ensino de ciências, In: Fundamentos de Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: O novo Ensino Médio. Porto Alegre: Sulina, 2004

NUÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betania Leite (Orgs.). Fundamentos do Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: o novo Ensino Médio. Porto Alegre: Sulina, 2004.

OGUDE, N. A., & BRADLEY J. D. (1996). Electrode Processes and Aspects Relating to Cell EMF, Current, and Cell Components in Operating Electrochemical Cells. *Journal of Chemical Education* 73(12), 1145-1149. In: SILVA, Roberta Maria da; SILVA, Renato César da; ALMEIDA, Mayara Gabriela Oliveira de; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 38, nº 3, p. 237-243, ago. 2016.

OLIVEIRA, Tania da Silva; SOUZA, Cristiane Aragão de; SOUZA, Elizabeth Teixeira de; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MERÇON, Fábio; MAINIER, Fernando Benedito. Experimentos de Corrosão. In: **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia-SP, 31 de maio a 03 de junho, 2007.

PATROCÍNIO, Analouise A. do; MORADILLO, Edilson F. de; PINHEIRO Barbara Carine S. Proposta para o ensino de eletroquímica: Uma abordagem Histórico-Crítica a partir do contexto do desenvolvimento das pilhas. In: **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**. Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho, 2016.

PITANGA, Ângelo Francklin; SANTOS, Heraldo Bispo dos; GUEDES, Josevânia Teixeira; FERREIRA, Wendel Menezes; SANTOS, Lenalda Dias dos. História da Ciência nos Livros Didáticos de Química: Eletroquímica como Objeto de Investigação. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 36, nº 1, p. 11-17, fev. 2014.

RABER, Daniel de Almeida. **Aprendizagem significativa no ensino de ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas**, 2015. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade de Caxias do Sul: RS, 2015.

RAMOS; Eliane Aparecida; PEREIRA, Joyce Alves; LOPES, Samuel Abdo; PINHEIRO, Paulo César. Ensinando eletroquímica: o que os alunos querem saber? In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**. Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho, 2010.

ROCHA, Tatiane Aparecida Silva; MARQUES, Natália Pereira; TEIXEIRA, Giovana Jabur; ESPIR, Iago Ferreira; PAIXÃO, Guilherme Augusto; EPOGLOU, Alexandra. Dificuldades apresentadas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio em compreender o fenômeno observado durante a realização de uma experiência. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 03 a 06 de julho, 2017.

ROCHA, Cecília Elenir dos Santos; SPOHR, Carla Beatriz. O uso de mapas conceituais como instrumento didático para identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v21(3), p. 23-52, dez. 2016.

RODRIGUES, Luciano Pereira; MAIA, Fernanda Menezes; FERREIRA, Deusmaque Carneiro; SOBRINHO, José Antônio Costa; FIELD'S, Karla Amâncio Pinto. Avaliação do ensino e aprendizagem da corrosão eletroquímica do aço usando estratégias analógicas. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

RONCH, Sthefen Fernando Andrade Da; ZOCH, Alana Neto; LOCATELLI, Aline. Aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. **Polyphonía**, v. 26/2, jul./dez. 2015

SÁ, Luciana Passos; VELLOSO, Ana Maria de Souza; MOTHEO, Artur de Jesus; QUEIROZ, Salete Linhares. Uma análise comparativa da argumentação de graduandos em química sobre a resolução de casos relacionados ao tema corrosão. In: **31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia, 26 a 29 de maio, 2008.

SANJUAN, Maria Eugênia Cavalcante; SANTOS, Cláudia Viana dos; MAIA, Juliana de Oliveira; SILVA, Aparecida Fátima Andrade da; WARTHA, Edson José. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 31, nº 3, ago. 2009.

SANTOS, Danilo Oliveira; SILVA, Gisleine Souza da; SUSSUCHI, Eliana Midori. Pilhados: um software para o ensino de pilhas. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho, 2012.

SANTOS, Iris Gabrielle de Sena; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. A construção de FlexQuests sobre Eletroquímica por professores da educação básica. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 5 a 9 de dezembro, 2011.

SANTOS, Ivanice F. dos; SANTOS, Débora C. dos; CORTES JÚNIOR, Lailton P.. Modelos para condução elétrica em solução eletrolítica propostos por estudantes de graduação. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

SANTOS, Maria Elane Mendonça; REIS, Nirly Araújo dos; SILVA, Erivanildo Lopes da. Abordagem contextualista sobre conceitos de Eletricidade e Pilha: possíveis contribuições para a Formação Inicial de Professores na Universidade Federal de Sergipe. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

SANTOS, Wagner dos; HYGINO, Cassiana B.; MARCELINO, Valéria de S.. Aulas de ciências pautadas nas unidades de ensino potencialmente significativas sobre o tema água. In: **X Congreso Internacional sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias**. Sevilla 5-8 de septiembre, 2017.

SARTORI, Elen R.; SANTOS, Vagner B. dos; TRENCH, Aline B.; FATIBELLO-FILHO, Orlando. Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 35, nº 2, maio, 2013.

SCAFI, Sérgio Henrique Frasson. Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 32, nº 3, ago. 2010.

SILVA, Erenilson P.; SANTOS, Diego A.; SANTOS, Jonas S.; VASCONCELOS, Diego A.; SANTOS, Luzia R. L.; MACHADO, Edna S.; SANTOS, Marcelo L.; LIMA, João Paulo M. Pilhas e o Meio Ambiente: abordagem da temática no ensino de ciências. In: **34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Florianópolis, SC, 23 a 26 de maio, 2011.

SILVA, Herick Muller N. da; FERNANDES, Adriano C.; SOUZA, José Pío I. de. A Intervenção Didática Dialógica como Proposta Motivacional no Ensino de Eletroquímica. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

SILVA, Jêneson H. da; FERREIRA, José R. N.; FERNANDES, Pâmela R. D.; PEREIRA, Antônio W.; SILVA, Felipe de A.; FERREIRA, Ulysses V.S. O estudo da Eletroquímica na metodologia de Situações- Problemas. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

SILVA, Roberta Maria da; SILVA, Renato César da; ALMEIDA, Mayara Gabriela Oliveira de; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 38, nº 3, p. 237-243, ago. 2016.

SOUZA, Elizabeth Teixeira de; SOUZA, Cristiane Aragão de; MAINIER, Fernando Benedicto; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MERÇON, Fábio. Corrosão de Metais por Produtos de Limpeza. **Revista Química Nova na Escola**, nº 26, nov. 2007.

SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade. **Instrumentação para o Ensino de Química**. Belém: Ed. da UFPA, 2011.

VIEIRA, Danilo da Costa; SILVA JUNIOR, Almir de Souza e; MARTINS, Andreza Mesquita; SILVA, Thiago de Melo e; ARAÚJO, Ana Cláudia de Sousa; SILVA, Maria Dulcimar de Brito; DINIZ, Victor Wagner Bechir. Experimentação no Ensino de Química a Partir da Temática Eletrólise. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto, 2014.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da Pesquisa-ação. Cortez: Autores Associados, 2ª ed. São Paulo, 1986.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, maio, 2013.

ZITTEL, Rosimara; MILARÉ, Tathiane; FREIRE, Leila I. F. Ensino de Eletroquímica: algumas dificuldades de estudantes. In: **34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Florianópolis, SC – 23 a 26 de maio, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES



1. O que vocês conhecem sobre Eletroquímica?

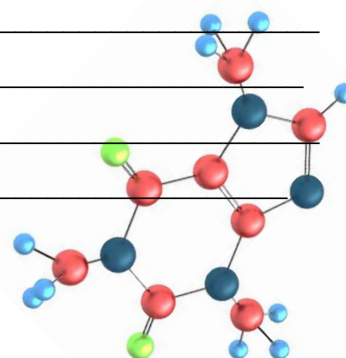
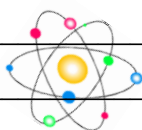


2. Seu professor já abordou esse tema em sala de aula? Se sim, como foi feita essa abordagem?





3. Cotidianamente estamos ~~ar~~ rodeados de utensílios e dispositivos que funcionam com base em princípios eletroquímicos. Cite alguns desses utensílios e/ou dispositivos.



APÊNDICE B



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

Produto Educacional

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

PASSEANDO PELA

ELETROQUÍMICA

UM TOUR PELAS REAÇÕES REDOX E CORROSÃO EM CONTEXTOS SIGNIFICATIVOS

JAQUELINE SUÊNIA SILVA DE MEDEIROS
ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS NECO DA SILVA JÚNIOR

NATAL - RN
2018

Caro(a) Professor(a),

Esta Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) configura-se como produto final da pesquisa da Profa. Jaqueline Suênia Silva de Medeiros no Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN. Sua finalidade é contribuir com os processos de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Médio, podendo auxiliar professores dessa ciência no planejamento dos conteúdos que permeiam a Eletroquímica, tais como: corrosão, reações redox e as pilhas eletroquímicas. Sendo essa uma ferramenta de auxílio, use-a livremente e explore-a da forma que acreditar ser possível para a construção da sua aula. A UEPS apresenta sugestões de atividades diversificadas no intuito de proporcionar um ambiente favorável à construção de um conhecimento com significado.

AFINAL, O QUE É APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?

A aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre os conhecimentos prévios de um aprendiz e os conhecimentos novos que ele irá aprender. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Na visão de David Ausubel, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Dessa forma, o autor destaca que são duas as condições para a aprendizagem significativa:

1) O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo;

É importante enfatizar que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo [...], pois o significado está nas pessoas, não nos materiais.

2) O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Não se trata exatamente de motivação ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos.

(MORBERA, Marco Antonio. Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, UFMG, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Currículo La Laguna, Espanha, 2012)

FIQUE POR DENTRO DA ELETROQUÍMICA...

A Eletroquímica é um ramo da Físico-Química que trata do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e do uso da eletricidade para forçar as reações químicas não-espontâneas a acontecerem (eletrólise). A célula eletroquímica é um dispositivo em que uma corrente elétrica – o fluxo de elétrons através de um circuito – é produzida por uma reação química espontânea ou é usada para forçar a ocorrência de uma reação não-espontânea. Um exemplo desse tipo de célula é a célula galvânica, na qual uma reação química espontânea é usada para gerar uma corrente elétrica (pilhas). Uma coleção de células galvânicas interligadas em série é denominada bateria. A pilha de Daniell é um exemplo antigo da célula galvânica que usa a oxidação do cobre pelos íons de zinco (ATKINS, 2001, p. 539;543).

Para compreensão dos fenômenos envolvidos nos processos de produção química da eletricidade, é necessário que o estudante apresente o conhecimento prévio sobre conteúdos como as reações de oxirredução, por exemplo.

Esses conteúdos podem ser abordados de diversas formas em sala de aula, uma vez que as células eletroquímicas e as reações redox estão presentes em nosso cotidiano, seja através da utilização de pilhas nos aparatos tecnológicos, no emprego das reações redox na indústria química ou até mesmo nos prejuízos/danos decorrentes do descarte inadequado de pilhas e baterias no ambiente.

SUMÁRIO

1. QUESTIONÁRIO INICIAL.....	03
2. ORGANIZADOR PRÉVIO.....	04
2.1 Primeiro Organizador (vídeo): Mitos e verdades sobre baterias de celular - Olhar Digital.....	04
2.2 Segundo Organizador (texto): Por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam?.....	05
3. PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL.....	06
3.1 Apresentação do vídeo: A Química do Fazer – pilhas e baterias	06
3.2 Instruções para a construção de um mapa conceitual	06
4. AULAS EXPOSITIVAS/DIALOGADAS.....	07
4.1 1º Passo – Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão.....	07
4.2 2º Passo – Compreender como podemos identificar quais espécies envolvidas na reação reduziram e quais oxidaram, através do número de N_{ox}	09
4.3 3º Passo – Compreender as variáveis que interferem no processo de oxidação dos metais (principalmente a reatividade dos metais), promovendo uma reconciliação integradora.....	13
4.4 4º Passo – Compreender o funcionamento de uma pilha.....	14
4.5 5º Passo – Simulação do funcionamento uma pilha.....	19
4.6 6º Passo – Leitura do texto: A Energia e a Química.....	20
Continuação do 6º Passo: Leitura do texto: O supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende.....	23
Atividade em Grupo.....	23
5. ELABORAÇÃO DO 2º MAPA CONCEITUAL.....	24
6. REFERÊNCIAS.....	25

QUESTIONÁRIO INICIAL

Objetivo: levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica.



Orientações

Nesta atividade, os estudantes deverão responder as duas questões propostas. A primeira objetiva identificar qual o tipo de conhecimento que eles apresentam sobre a eletroquímica. A segunda apresenta imagens que poderiam retratar ou não a ação de fenômenos cujo princípio da explicação vai ao encontro dos conceitos que são discutidos dentro do conteúdo da eletroquímica. Desta forma, pode-se conhecer as concepções prévias dos estudantes sobre tais conceitos.

Obs.: Neste trabalho, as imagens utilizadas fazem parte do contexto social dos estudantes participantes da pesquisa. Desta forma, fica a critério do professor modificá-las e colocar as figuras do contexto onde está inserido (seja da cidade onde é a escola ou do seu entorno).

**Duração: 1 aula
(50 minutos)**

1. Você tem algum conhecimento sobre a eletroquímica? Qual?
2. Observe as imagens abaixo, faça uma leitura delas e em seguida escreva o que você pensa ao observar essas imagens.



Fonte: Própria



Fonte: Própria



Fonte: Própria



Fonte: Própria

2

ORGANIZADOR PRÉVIO

Objetivo: promover uma “ponte cognitiva” entre o que o estudante já sabe e o que ele deveria saber sobre o conteúdo de Eletroquímica.

O organizador prévio é um mecanismo pedagógico que visa suprir a deficiência de subsunções ou para mostrar a relacionalidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Sob o ponto de vista de Moreira (2012), existem dois tipos de organizadores prévios: o **organizador expositivo**, que faz uma ponte entre o que o estudante sabe e o que ele deveria saber para compreender o novo conhecimento e, o **organizador comparativo**, que, como o próprio nome faz referência, deve ser aplicado quando o novo material é relativamente familiar, para que ocorra uma comparação entre o conhecimento apresentado e o conhecimento já existente na estrutura cognitiva.

Duração:	1 aula – 50 minutos
Recursos:	✓ Data Show ✓ Computador ✓ Caixa de Som ✓ Texto Impresso
Organizador expositivo:	Vídeo
Organizador comparativo:	Texto

1º Passo:

Apresentação do vídeo: **Mitos e verdades sobre baterias de celular - Olhar Digital** com duração de 6min35s, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iK2Q6j7XDS8>.

Discussão sobre o vídeo no intuito de introduzir os primeiros conceitos eletroquímicos.

Organizador Prévio I - Vídeo: Mitos e verdades sobre as baterias de celular.



Fonte: YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=iK2Q6j7XDS8>

2º Passo:

Leitura do texto: **Por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam?** E debate sobre ele, com base nas respostas obtidas.



Esta atividade é destinada à utilização dos organizadores prévios (caso o professor sinta a necessidade de utilizá-los após a análise das respostas do questionário inicial). Desta forma, os organizadores indicados são:

- 1- O vídeo: **Mitos e verdades sobre baterias de celular**, que traz informações sobre a evolução das baterias de celulares, através de três tópicos principais: a vida útil da bateria, a segurança e o custo. A escolha dele se deu porque o estudante está em contato com as baterias cotidianamente;
- 2- O texto: **Por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam?** aborda as funções presentes no celular que consomem a carga das baterias.

Após assistirem ao vídeo e realizarem a leitura do texto, deve-se iniciar um debate sobre o que os estudantes sabem sobre as baterias e o que esses materiais trazem de novo. Posteriormente, os estudantes devem responder a um questionário, no intuito de conhecer como eles compreenderam, após o debate, as ideias que foram abordadas no vídeo e no texto.

Organizador Prévio II – Texto: **Por que as Baterias de Celulares Descarregam Rápido? Como Elas Funcionam?**

Não é incomum ouvirmos reclamações sobre a baixa autonomia das baterias dos smartphones. Antes, os celulares “tijolões” contavam com baterias capazes de aturar até uma semana. O problema apareceu com a chegada dos smartphones. Atualmente, mesmo a adição de baterias de alta capacidade parece não sanar o problema. Mas, afinal, por que elas duram tão pouco? O que consome a carga e inviabiliza a utilização do aparelho por mais tempo?

Visor: o principal vilão

Analisando as mudanças que aconteceram nos celulares, a mais notável está no tamanho do display. Foi justamente esse aumento de tela, combinado com múltiplas cores e níveis elevados de brilho, que causou um grande impacto na autonomia da bateria. Hoje, com displays que podem chegar a ter 6 polegadas, resoluções elevadas, cores vibrantes e luminosidade exagerada, a energia acaba sendo insuficiente para um longo tempo de utilização.

Conectividade constante

A utilização excessiva do adaptador WiFi, a utilização do pacote de dados (seja através do 2G, 3G ou 4G). Deixar o GPS ligado constantemente também pode contribuir para sua bateria se esgotar rapidamente. Manter o adaptador Bluetooth sempre ativo e esquecer o NFC ligado são outros fatores que podem reduzir a autonomia da bateria. Quando o celular está em stand-by, tais componentes não consomem tanto, mas pode ter certeza que o tempo de uso do aparelho estará comprometido.

Smartphones viraram computadores

O problema desses componentes robustos é o aumento no consumo de recursos. Mesmo com um bom gerenciamento de energia, os atuais processadores tendem a consumir muita energia quando estão trabalhando a todo vapor.



Basicamente, tudo consome energia, e a soma de todos os gastos resulta em uma autonomia relativamente baixa. Esses são alguns dos motivos que impedem que você use seu aparelho por poucas horas seguidas.

Existem muitas soluções para esse problema, mas poucas são dependentes da pessoa que está utilizando o smartphone. Você pode apenas usar os recursos de forma inteligente, garantindo que sempre haja um tanto de carga para as emergências.

Para as empresas de tecnologia, fica a responsabilidade de desenvolver baterias mais potentes, componentes de hardware mais econômicos e aplicativos inteligentes. Bom, analisando de um ponto de vista otimista, até que os celulares mostram bons resultados, afinal, nós também somos máquinas e nossas baterias também precisam ser recarregadas diariamente.

Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/bateria/42200-por-que-as-baterias-de-muitos-celulares-nao-duram-mais-do-que-um-dia-.htm>

Fique de olho...

- ✓ Quando interligamos um conjunto de pilhas em paralelo ou em série, temos uma bateria ou um acumulador capaz de acionar aparelhos com maior eficiência.
- ✓ A bateria Li-íon é utilizada em aparelhos eletrônicos de alta tecnologia como, notebook, celular, smartphones, câmeras digitais, veículos elétricos. Pode sofrer danos permanentes (ou explodir) quando exposta a altas temperaturas.

Sua vez...

1. **Quais informações que o vídeo e o texto apresentam?**
2. **Você sabe como se dá o funcionamento de uma pilha?**
3. **Quais os componentes de uma pilha? Existe alguma relação com os conceitos eletroquímicos?**
4. **Atualmente, seria possível sobreviver sem o uso de pilhas e baterias? Por quê?**
5. **Existe algum malefício na utilização ou descarte das pilhas? Qual?**

3

PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL

Objetivo: investigar a organização dos subsunções presentes na estrutura cognitiva dos estudantes (por meio da hierarquização do conceito) e, consequentemente, iniciar a negociação de significados por meio da diferenciação progressiva.



Orientações

A terceira atividade refere-se à exibição de um vídeo sobre pilhas e baterias e à construção do primeiro mapa conceitual. O objetivo é investigar a organização dos subsunções presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Após a exibição do vídeo, o professor deve explorar as informações contidas nele, tais como: pilhas e baterias como fonte de energia, fluxo de elétrons (formação de íons), reações químicas/reações de oxirredução, pilhas primárias e secundárias e seu descarte, procurando conhecer as concepções dos estudantes sobre estas. Posteriormente, será solicitada a construção de um mapa conceitual.

Vale salientar que se a produção de mapas conceituais não for uma prática em sala de aula, é necessário que o professor reserve uma aula para abordar as técnicas de produção de mapas. Para melhor fundamentação, sugerimos a leitura dos textos de Novak e Moreira que tratam do assunto (vide referências).

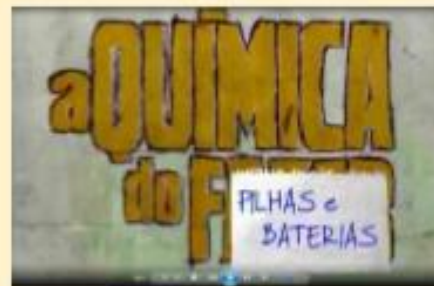
Duração: 1 aula (50 minutos)

Recursos: Data Show / Computador / Caixa de Som / Papel A4 (Construção do Mapa Conceitual).

1º Passo:

Apresentação do vídeo: A Química do Fazer – pilhas e baterias, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ChbLTzhzKA> e debate sobre os conhecimentos presentes no referido vídeo.

Vídeo: A Química do Fazer - pilhas e baterias



Fonte: You Tube:

<https://www.youtube.com/watch?v=ChbLTzhzKA>

2º Passo:

Instruções para construção de um mapa conceitual e posteriormente solicitar que os estudantes construam o primeiro mapa conceitual sobre Eletroquímica.

Mapas conceituais devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento. Nesses diagramas, os conceitos aparecem sempre representados por palavras-conceito ("nomes" dos conceitos) geralmente circunscritos por alguma figura geométrica (elipses, retângulos, por exemplo) que nada significa. As relações são expressas por linhas (de forma arbitrária) conectando as palavras-conceito. Sobre essas linhas, escrevem-se outras palavras que funcionam como conectivos, de modo que os dois conceitos mais o conectivo sugiram uma proposição (não uma frase completa) que dê uma ideia da relação entre eles (MOREIRA, 2006, p. 10-48).



4

AULAS EXPOSITIVAS/DIALOGADAS

Objetivo: iniciar a negociação de significados por meio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamentos), ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (MOREIRA).

Duração:	6 Aulas – 50 minutos (cada)
Recursos:	✓ Imagens impressas em tamanho maior ✓ Textos impressos ✓ Material Vide Roteiro (para atividade experimental: 2º passo) ✓ Data Show ✓ Caixa de Som
Conteúdos Abordados:	✓ Oxidação ✓ Redução ✓ Corrosão ✓ Formação de Íons ✓ Número de Oxidação ✓ Ponte Salina ✓ Transferência de Elétrons ✓ Funcionamento de Pilhas

IMPORTANTE: Realizar a leitura dos textos com os estudantes, estimulando-os a expressar seus conhecimentos sobre o conteúdo abordado.

1º Passo: Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão (1 aula – 50 minutos).

Observação de duas imagens abaixo e discussão sobre os fenômenos que ocorreram nelas e se existe alguma relação entre elas e o funcionamento de uma pilha.

Imagens utilizadas para iniciar o debate sobre os conteúdos da Eletroquímica.



Fonte: Google imagens

Após a discussão sobre as imagens, ocorre a leitura e debate do texto: “Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão garante melhor proteção aos metais”, disponível em: <http://www.quimatic.com.br/blog/2017/03/entender-a-diferenca-entre-oxidacao-ferrugem-e-corrosao-garante-melhor-protecao-aos-metais/>. Em seguida, solicita-se que os estudantes respondam a primeira situação-problema.



As aulas expositivas/dialogadas foram planejadas no intuito de proporcionar um ambiente propício e com variedade de recursos didáticos para que ocorram aulas com diferentes estratégias de ensino, visando à aprendizagem com significado do conceito químico.

A sequência deve iniciar-se com a projeção de duas imagens: uma maçã partida e exposta ao ar atmosférico e um portão enferrujado (caso o professor sinta a necessidade de utilizar outras imagens, deve ficar à vontade para substituí-las).

Os estudantes devem observar as imagens e após uma reflexão relatar se consideram que existe alguma relação entre elas. Neste momento, levanta-se o questionamento sobre que possíveis fatores provocam as mudanças nos objetos observados. Deve-se, ainda, questionar se há alguma relação com o funcionamento de pilhas/baterias.

Em seguida, realiza-se a leitura do texto “Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão garante melhor proteção aos metais”, disponível em: <http://www.quimatic.com.br/blog/2017/03/entender-a-diferenca-entre-oxidacao-ferrugem-e-corrosao-garante-melhor-protecao-aos-metais/>. A discussão do texto servirá como base para a resolução da primeira tarefa-problema.

ENTENDER A DIFERENÇA ENTRE OXIDAÇÃO, FERRUGEM E CORROSÃO GARANTE MELHOR PROTEÇÃO AOS METAIS



Levantamentos apontam que 30% da produção de aço no mundo destinam-se à reposição de estruturas, equipamentos e instalações metálicas deterioradas pela oxidação, corrosão e ferrugem.

A fabricante de especialidades químicas *Quimatic Tapmatic* enfatiza que para um combate efetivo deste problema é preciso, antes de tudo, entender as diferenças entre os três processos corrosivos.

“A maioria das pessoas pensam que oxidação, corrosão e ferrugem são a mesma coisa, mas existem diferenças importantes a serem levadas em conta”, enfatiza Marcos Pacheco, químico sênior da empresa. “É importante conhecer bem estas etapas do desgaste metálico, pois só assim será possível efetuar manutenções preventivas ou corretivas mais eficazes, práticas e economicamente vantajosas”.

O profissional lembra que adotar o tratamento correto de metais ajuda a evitar a perda precoce de peças e maquinários. Além disso, este cuidado garante a integridade de tubulações, tanques e outras estruturas que armazenam e transportam produtos industriais nocivos ao meio ambiente.

Para leitores interessados em entender melhor as diferenças entre oxidação, corrosão e ferrugem, a *Quimatic Tapmatic* preparou a breve explicação a seguir:

Oxidação – Todos os metais podem passar pelo processo de oxidação. O motivo mais comum é o contato direto do metal desprotegido (sem pintura, por exemplo) com o ar, vapor d’água ou água. A oxidação é o início do processo de degradação do metal e deve ser tratada logo no início para não dar origem à corrosão e ferrugem, no caso dos metais ferrosos.

Corrosão – A corrosão é o desgaste do metal a partir da oxidação. Em um ciclo vicioso, ocorre um maior desprendimento do metal, que vai ficando cada vez mais exposto aos danos causados pelo contato com a atmosfera. Se o metal contar com ferro em sua composição – como aço e ferro fundido – dá-se início à ferrugem.

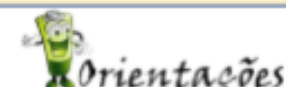
Ferrugem – Quando estão oxidados e corroídos, os metais ferrosos começam a gerar o hidróxido de ferro, a camada avermelhada conhecida como ferrugem. A ferrugem destrói a resistência do metal e, dependendo de sua amplitude, inviabiliza a recuperação.

Tarefa-Problema: apresente os motivos e/ou razões sobre a importância de pintar os portões de ferro e não pintar os de alumínio, por exemplo.

2º Passo – Compreender como podemos identificar quais espécies envolvidas na reação reduziram e quais oxidaram, através do número de Nox (1 aula – 50 minutos)

Realização de um experimento no intuito de introdução o conceito de Nox e proporcionar uma visualização das reações de oxirredução.

O conhecimento das reações químicas de oxidorredução é fundamental para a compreensão de processos químicos como os de obtenção e desgaste de metais. Para entender esses processos é importante determinar quais espécies são oxidadas e quais são reduzidas. Como podemos identificar quais espécies envolvidas na reação reduziram e quais oxidaram?



A realização do experimento objetiva desenvolver uma atividade diferenciada para compreender o que é a oxidação, identificar a reatividade de diferentes metais e comparar o processo de oxidação e redução de diferentes metais em diferentes meios. Para iniciar a aula, o professor poderá fazer uma ponte com a tarefa-problema respondida anteriormente, e trazer as respostas dadas pelos estudantes, iniciando um debate sobre o que ocorre com o portão de ferro quando não é pintado e se o mesmo fenômeno é observado nos portões de alumínio, por exemplo. Em seguida, pode-se explicar que o ferro e o alumínio são metais, mas com propriedades químicas diferentes. Deixe claro que esta diferença de reatividade dos metais será tratado no experimento. Bem como, pode lembrar os conceitos já discutidos no texto: “entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão garante melhor proteção aos metais” e na exposição das imagens (da maçã e do portão, neste caso).

É importante destacar que indicamos a utilização de materiais de baixo custo, que estão presentes no cotidiano dos estudantes, no intuito de “tentar” gerar significados sobre o conhecimento que está sendo produzido.

Como, normalmente, as turmas das escolas públicas são numerosas, aconselhasse dividir os estudantes em grupos de cinco. A cada grupo deve ser entregue o roteiro da atividade, no qual registraram os resultados observados.

Após a realização do experimento e debate das mudanças observadas nos sistemas, o professor poderá abordar, por exemplo:

- Características de uma Reação Química;
- Número de Nox;
- Apresentar a fila de reatividade dos metais;
- As semi-reações envolvidas.

ROTEIRO

EXPERIMENTO:	
MATERIAL	
- Solução de sulfato de cobre (CuSO_4) - Solução de ácido clorídrico (HCl) - Água destilada	- Pedaco de cobre - Pedaco de zinco (clipes) - Pedaco de ferro (palha de aço)
VIDRARIA	
9 béqueres ou 9 copos	
PROCEDIMENTO	
1º - Marque os béqueres com os seguintes rótulos: <u>1.a.</u> $\text{CuSO}_{4(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$ <u>2.a</u> $\text{HCl}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$ <u>3.a</u> H_2O destilada + $\text{Cu}_{(s)}$ <u>1.b</u> $\text{CuSO}_{4(aq)} + \text{Zn}_{(s)}$ <u>2.b</u> $\text{HCl}_{(aq)} + \text{Zn}_{(s)}$ <u>3.b</u> H_2O destilada + $\text{Zn}_{(s)}$ <u>1.c</u> $\text{CuSO}_{4(aq)} + \text{Fe}_{(s)}$ <u>2.c</u> $\text{HCl}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)}$ <u>3.c</u> H_2O destilada + $\text{Fe}_{(s)}$ 2º - Coloque a respectiva solução em seus béqueres 3º - Em cada recipiente com a letra <u>a</u> coloque um pedaço de cobre ($\text{Cu}_{(s)}$), nos recipientes com a letra <u>b</u> coloque um clipe ($\text{Zn}_{(s)}$) e nos recipientes com a letra <u>c</u> um pedaço de palha de aço ($\text{Fe}_{(s)}$).	

4º - Complete a tabela das características dos sólidos e líquidos abaixo:

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS – VISUAIS					
SOLUÇÃO			SÓLIDOS		
$\text{CuSO}_4(\text{aq})$	$\text{HCl}(\text{aq})$	H_2O destilada	Cobre ($\text{Cu}_{(\text{s})}$)	Zinco ($\text{Zn}_{(\text{s})}$)	Ferro ($\text{Fe}_{(\text{s})}$)

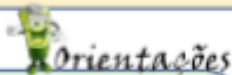
5º - Observe por alguns minutos e complete a tabela abaixo:

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS – VISUAIS			
Material	Solução de CuSO_4	Solução de HCl	H_2O destilada
Cobre ($\text{Cu}_{(\text{s})}$)			
Zinco ($\text{Zn}_{(\text{s})}$) (clipes)			
Ferro ($\text{Fe}_{(\text{s})}$) (Palha de aço)			

Análise dos dados
Em quais sistemas houve variação no visual?
Quais as principais mudanças observadas?
As mudanças ocorreram ao mesmo tempo? Se não, qual sistema levou menos tempo para apresentar modificações e qual levou mais tempo?
Apresente argumentos que justifique a variação de tempo nos sistemas em estudo?
Como você identificaria qual espécie oxida e qual reduz?

3º Passo – Compreender as variáveis que interferem no processo de oxidação dos metais (principalmente a reatividade dos metais), promovendo uma reconciliação integradora (1 aula – 50 minutos).

Leitura e debate sobre o texto: “Quais são os benefícios da atividade de pedalar para a saúde”, disponível em: <http://saude.culturamix.com/medicina/beneficios-da-atividade-de-pedalar-para-a-saude>. Em seguida, é proposta a segunda situação-problema.



Orientações

Com o objetivo de identificar novos conhecimentos estabelecidos na estrutura cognitiva dos estudantes, o terceiro passo das aulas expositivas/dialogadas inicia-se com uma discussão de um texto sobre os benefícios da atividade de pedalar para a saúde, fazendo uma relação com a prática do cicloturismo. Nesse momento, o professor deverá explicar as condições ambientais do litoral (Natal ou outra, por exemplo). Logo após, é solicitado que os estudantes se utilizem de todas as informações apresentadas e discutidas até o momento para responder a situação-problema. Nela, os estudantes devem conseguir decidir qual o material mais apropriado para uma bicicleta que será utilizada na prática do cicloturismo num ambiente que apresenta maresia. Para tanto, os estudantes devem ter claros conhecimentos como: fatores que interferem na corrosão, a reatividade dos metais, a proteção catódica, entre outros.

CICLOTURISMO NO RIO GRANDE DO NORTE



SAGI / PIPA / NATAL

Poder viajar em bikes ouvindo o som da natureza, compartilhando com amigos o prazer de conhecer lugares incríveis em um dos litorais mais bonitos do Brasil, pedalando ora por estradas rurais, ora por praias desertas – em sua maioria falésias, asfalto, areia, cruzando rios em balsas ou a pé – em uma aventura inesquecível pelo litoral potiguar.

Prepare o espírito, sua câmera, seu equipamento, chame seus amigos e nos sigam sem pressa nessa viagem por Sagi até a linda Pipa-RN ou até Natal.

Peça seu orçamento sem compromisso.
Vem de Bike!!!

Disponível em:
<http://www.triebclub.com.br/pacotes/cicloturismo-costa-potiguar>

Disponível em: Google



<http://saude.culturamix.com/medicina/beneficios-da-atividade-de-pedalar-para-a-saude>

Quais são os benefícios da atividade de pedalar para a saúde?

Muitas pessoas falam sobre a importância da corrida para a saúde do corpo. No entanto, podem acrescentar também os benefícios de pedalar bicicleta como uma excelente opção para promover a manutenção da forma física e ainda proporcionar um bem-estar ao organismo, livrando-o de possíveis doenças.

Os benefícios de pedalar, além de proporcionar um bom condicionamento físico às pessoas, ainda faz com que elas mantenham a boa forma e evitem doenças, uma vez que o ato de pedalar demanda do indivíduo um maior reflexo, equilíbrio e habilidade. Proporcionar ainda um menor impacto às articulações do corpo, promovendo um grande consumo de energia, o que resulta em perda de peso. Pedalar de bicicleta é um dos melhores exercícios cardiovasculares, auxiliando a melhorar o condicionamento físico dos indivíduos praticantes de ciclismo.

Situação-Problema: João foi convidado para participar de um grupo de cicloturismo em Natal, mas ficou em dúvida na escolha da bicicleta que deveria comprar para passear, pois sua ideia era aproveitar esse meio de transporte, posteriormente, para uso diário em Coronel Ezequiel. Como ele ainda não estudou Eletroquímica, ajude-o na escolha da bicicleta com o melhor tipo de material. Justifique sua resposta.

CICLISMO LOCAL



Fonte: Google Imagens

4º Passo – Compreender o funcionamento de uma pilha (1 aula – 50 minutos)

AFINAL, O QUE SÃO PILHAS E COMO SE DÁ SEU FUNCIONAMENTO?

- Resumo do texto: “Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto ambiental”

IMPORTANTE:

Realizar a leitura com os estudantes, procurando debater as informações e correlacioná-las com a vivência deles.



No quarto passo, começa a abordagem do funcionamento das pilhas. Para tanto, utiliza-se o texto “Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto ambiental”, disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>. O referido texto traz uma abordagem ampla que vai desde os aspectos históricos da produção das pilhas, perpassando pela apresentação dos diferentes tipos, até a discussão das questões ambientais que elas podem gerar quando descartadas de maneira incorreta. É importante destacar que o referido texto apresenta palavras difíceis de utilizar ou compreender para os estudantes da educação básica. Sendo assim, o professor deve realizar a leitura junto com os alunos, discutindo, negociando e (re)negociando sentidos e significados dos termos utilizados no decorrer do texto. Na ocasião, o texto deve ser impresso e distribuído entre os estudantes ou que lhes seja solicitado imprimir e trazer para a sala.

A partir desse momento, o professor poderá retomar as ideias apresentadas no Organizador Prévio II (**Texto: Por que as baterias de celulares descarregam rápido? Como elas funcionam?**) para dar significado às ideias apresentadas no texto.

Para tornar as aulas mais dinâmicas, o professor poderá trazer em *Power Point* imagens de pilhas e baterias que fazem parte do cotidiano dos estudantes e intercalar a leitura do texto com a projeção das imagens ou até mesmo solicitar aos estudantes que tragam esses exemplos para a sala de aula.



Pilhas e Baterias:

Funcionamento e Impacto Ambiental

Nerilso Bocchi, Luiz Carlos Ferracin e Sonia Regina Biaggio

Este artigo define o que são pilhas e baterias, apresentando o funcionamento das que mais frequentemente aparecem no dia-a-dia dos brasileiros. Além disso, considerando que algumas dessas pilhas e baterias têm componentes tóxicos, discute o que fazer com pilhas usadas para evitar problemas ambientais.

► pilhas, sistemas eletroquímicos, baterias primárias, baterias secundárias ◀

funcionamento dessa grande variedade de pilhas e baterias é uma tarefa árdua e requer, muitas vezes, um conhecimento profundo e multidisciplinar, já que vários destes sistemas eletroquímicos empregam tecnologia avançada.

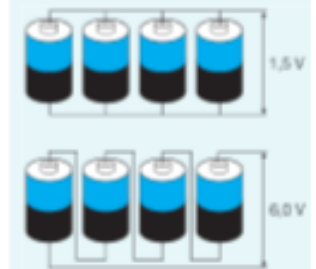
Nomenclatura e classificação dos sistemas eletroquímicos

Há uma certa confusão na terminologia usada para se referir aos sistemas eletroquímicos. Em princípio, 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. 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 (vide pilha de Daniell no Quadro 1), pois o material de um dos eletrodos oxida-se espontaneamente liberando elétrons (anodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (catodo ou eletrodo positivo).

Nesta última década assistiu-se a uma proliferação enorme de aparelhos eletroeletrônicos portáteis, tais como: brinquedos, jogos, relógios, lanternas, ferramentas elétricas, agendas eletrônicas, barbeadores, câmaras fotográficas, filmadoras, telefones celulares, computadores, aparelhos de som, instrumentos de medição e aferição, equipamentos médicos etc. Ao mesmo tempo, aumentou muito a demanda por pilhas e baterias cada vez menores, mais leves e de melhor desempenho. Consequentemente, existe atualmente no mercado uma grande variedade de pilhas e baterias a fim de atender às inúmeras exigências. A compreensão dos princípios de

Quadro 2: Agrupamento de pilhas ou baterias

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 (agrupamento superior) fornece um potencial de 1,5 V, mas a corrente elétrica é quatro vezes maior do que aquela gerada por um única pilha. Já um agrupamento dessas mesmas pilhas em série (agrupamento inferior) fornece um potencial de 6,0 V e a mesma corrente elétrica que a de uma única pilha.



Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

O termo bateria deveria ser usado para se referir a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente, respectivamente, conforme ilustrado no Quadro 2.

Quadro 1: Pilha de Daniell

Consiste em um anodo de zinco metálico, um catodo de cobre metálico e um eletrólito formado por sulfato de zinco e sulfato de cobre. A maneira mais simples de se fazer uma pilha de Daniell é colocar uma tira de cobre no fundo de um frasco de vidro conforme mostra a ilustração acima. Uma solução de sulfato de cobre é despejada no frasco em quantidade suficiente para cobrir completamente a tira de cobre. Em seguida, uma tira de zinco é colocada logo acima da solução anterior conforme ilustrado e, então, a solução de sulfato de zinco é cuidadosamente adicionada no frasco. A densidade menor da solução de sulfato de zinco garante sua permanência, por pelo menos algum tempo, sobre a solução de sulfato de cobre. Essa pilha de Daniell só apresenta resultados satisfatórios para acionar equipamentos que exigem baixas correntes elétricas como, por exemplo, lâmpadas de farolete de 1,5 V e relógios de pulso e parede.



Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

Os sistemas eletroquímicos podem ser diferenciados uns dos outros, tendo em conta a maneira como funcionam. Assim, embora alguns sejam denominados de forma especial (vide Quadro 3), todos eles podem ser classificados como: Baterias primárias Distintas das demais por serem essencialmente não recarregáveis. Exemplos: zinco/dióxido de manganês (Leclanché), zinco/dióxido de manganês (alcalina), zinco/óxido de prata, lítio/dióxido de enxofre, lítio/dióxido de manganês etc. Baterias secundárias Baterias recarregáveis que podem ser reutilizadas muitas vezes pelos usuários (centenas e até milhares de vezes para o caso de baterias especialmente projetadas). Como regra geral, um sistema eletroquímico é considerado secundário quando é capaz de suportar 300 ciclos completos de carga e descarga com 80% da sua capacidade. Exemplos: cádmio/óxido de níquel (níquel/cádmio), chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido), hidreto metálico/óxido de níquel, íons lítio etc. O princípio de funcionamento de algumas baterias primárias e secundárias frequentemente encontradas no mercado nacional, bem como o risco que representam aos consumidores e ao meio ambiente, está descrito a seguir.

Pilha de zinco/dióxido de manganês (Leclanché)

Inventada pelo químico francês George Leclanché em 1860, é a mais comum das baterias primárias. A pilha de zinco/dióxido de manganês usada hoje é muito parecida com a versão original. O principal problema observado são as reações paralelas (ou de prateleira) que ocorrem durante o armazenamento das pilhas (antes de serem usadas) e durante o período em que permanecem em repouso entre distintas descargas, podendo provocar vazamentos. Para minimizar a ocorrência de tais reações, a grande maioria dos fabricantes adiciona pequenas quantidades de sais de mercúrio solúveis ao eletrólito da pilha; agentes tensoativos e quelantes, cromatos e dicromatos também são usados por alguns poucos fabricantes. Esses aditivos diminuem a taxa de corrosão do zinco metálico e, conseqüentemente, o desprendimento de gás hidrogênio no interior da pilha. Com isso, a pressão interna das pilhas é bastante reduzida, minimizando-se os vazamentos.

Outro fato muito importante diz respeito ao material usado como anodo. Na grande maioria das pilhas comercializadas, esse eletrodo consiste de uma liga de zinco contendo pequenas quantidades de chumbo e cádmio, a fim de se obter propriedades mecânicas adequadas para se trabalhar com a liga. Com isso, as pilhas zinco/dióxido de manganês contêm, em suas composições mercúrio, chumbo e cádmio e podem representar sérios riscos ao meio ambiente.

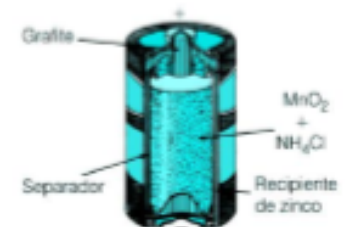


Figura 1: Pilha de zinco/dióxido de manganês (Leclanché). Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

Pilha de zinco/dióxido de manganês (alcalina)



Figura 2: Pilha de zinco/dióxido de manganês (alcalina).

Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

Pilha de lítio/dióxido de manganês

Esse tipo de pilha é uma concepção modificada da pilha zinco/dióxido de manganês. Por outro lado, o desempenho da pilha alcalina primária é bastante superior ao da pilha Leclanché. A capacidade de descarga (corrente elétrica gerada num dado tempo) é cerca de quatro vezes maior em aplicações que requerem altas correntes elétricas, em regime de descarga contínua. Ademais, as pilhas alcalinas não apresentam as reações paralelas ou de prateleira e os vazamentos observados nas pilhas de Leclanché. Do ponto de vista ambiental, as pilhas alcalinas representam menor risco, já que não contêm metais tóxicos, como mercúrio, chumbo e cádmio. Devido a isso, há uma tendência mundial em se mudar para elas, já detectada em outros países como Estados Unidos, Alemanha e Argentina, onde ocupam cerca de 70% do mercado.

Principais baterias secundárias comercializadas

Essa e outras pilhas primárias que empregam lítio como anodo passaram a ser investigadas com o advento da exploração espacial (início da década de 1960). Isso ocorreu pela necessidade de pequenos sistemas eletroquímicos duráveis, confiáveis e capazes de armazenar grande quantidade de energia. Um maior uso das pilhas de lítio tem sido impedido não somente pelo seu alto custo, mas também pelos riscos associados com o lítio metálico. Pilhas vedadas de maneira imprópria podem expor o lítio à umidade do ar e provocar chamas no metal e no solvente não aquoso. Tais acidentes têm sido evitados com a produção de pilhas bem vedadas e com sua utilização apropriada.

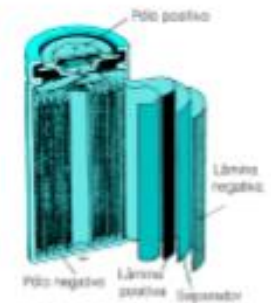


Figura 3: Pilha de lítio/dióxido de manganês.

Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

Bateria chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido)

Diferentemente das baterias primárias, as baterias secundárias são usadas principalmente em aplicações que requerem alta potência (maiores correntes elétricas num menor tempo). As características específicas de algumas delas são descritas a seguir.

Sua história começou em 1859, quando o físico francês Raymond Gaston Planté construiu o primeiro sistema recarregável, formando a base para as baterias secundárias chumbo/ácido usadas até hoje. Essas baterias apresentam a característica pouco usual de envolver em ambos os eletrodos o mesmo elemento químico, o chumbo. Os principais tipos de baterias chumbo/ácido são as automotivas, industriais e seladas, com um predomínio marcante das primeiras. As automotivas são usadas em veículos em geral para alimentar os sistemas de partida, iluminação e ignição e consistem de seis conjuntos de eletrodos na forma de placas, contidos em vasos independentes. Como visto, as baterias chumbo/ácido funcionam à base de chumbo, um metal pesado e tóxico e, portanto, representam sério risco ao meio ambiente. Na realidade, a grande maioria das baterias esgotadas já é recolhida pelos fabricantes

nacionais para recuperar o chumbo nelas contido, uma vez que o Brasil não dispõe de minas deste metal e o seu preço é relativamente alto no mercado internacional. O maior problema está no método de recuperação usado pelas empresas, já que é, quase sempre, inadequado. O método mais usado ainda é o pirometalúrgico, em vez do eletrodrometalúrgico, o que termina contaminando a atmosfera com óxidos de enxofre (SOx) e com chumbo particulado.

Bateria cádmio/óxido de níquel (níquel/cádmio)

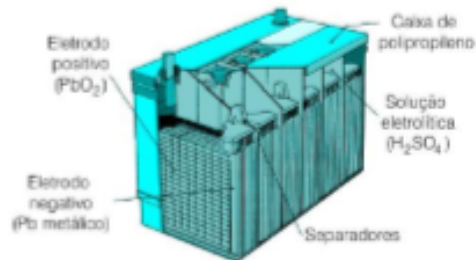


Figura 4: Bateria chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido).

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

Bateria de íons lítio

Assim denominada, porque usa, em vez de lítio metálico, apenas íons lítio, presentes no eletrólito na forma de sais de lítio dissolvidos em solventes não aquosos. Durante o processo de descarga, os íons lítio migram desde o interior do material que compõe o anodo até dentro do material do catodo e os elétrons movem-se através do circuito externo, como ilustrado na Figura 5. Tanto as baterias hidreto metálico/óxido de níquel como as de íons lítio representam riscos ambientais muito menores do que as de níquel/ cádmio.

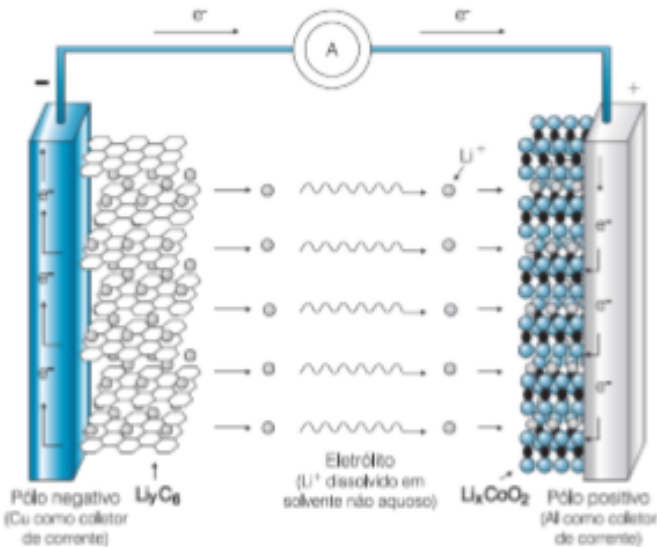
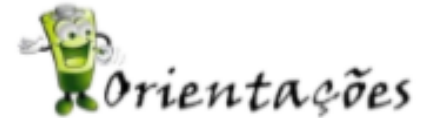


Figura 5: Ilustração esquemática dos processos eletroquímicos que ocorrem nas baterias de íons lítio.

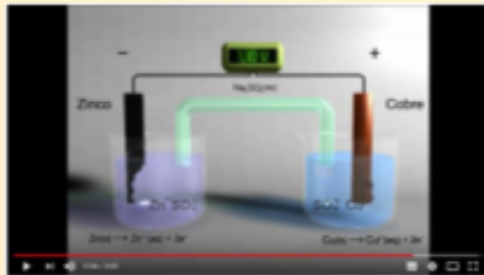
Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>



5º Passo: Simulação do funcionamento uma pilha (1 aula – 50 minutos).

- Apresentar a simulação sobre o funcionamento de uma pilha, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iDzpzUzNY9g>.

Simulador: o funcionamento de uma pilha:



Fonte:

<https://www.youtube.com/watch?v=iDzpzUzNY9g>

- Retomar a discussão do texto: **POR QUE AS BATERIAS DE CELULARES DESCARREGAM RÁPIDO? COMO ELAS FUNCIONAM?**

ATIVIDADE: ATRAVÉS DE UM DESENHO, COMO VOCÊ REPRESENTARIA O FUNCIONAMENTO DE UMA PILHA?

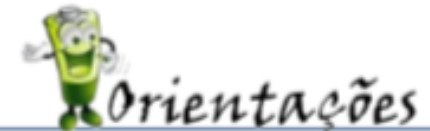
Com o intuito de representar o fenômeno da reação de oxirredução que ocorre no funcionamento de uma pilha, indica-se a utilização de uma simulação sobre a pilha de Daniell. Este momento oportunizará:

- Conceituar e diferenciar reações de oxidação e redução;
- Identificar numa célula eletroquímica o cátodo e o ânodo;
- Identificar as principais características do cátodo e do ânodo nas células eletroquímicas;
- Identificar o sentido do transporte de elétrons neste sistema;
- Destacar o papel da ponte salina.

Sugira que seus estudantes prestem muita atenção nas informações presentes na simulação, uma vez que ela apresenta visualização no nível simbólico da química (quando apresenta as reações químicas e os símbolos dos elementos que compõem a pilha), bem como demonstra como seria o comportamento fenomenológico no nível submicroscópico do fenômeno em estudo na pilha.

Após assistir ao vídeo/simulação, proponha que os estudantes, através de um desenho, representem o funcionamento de uma pilha como forma de tentar compreender como os estudantes construíram modelos mentais sobre a simulação.

6º Passo: Leitura do texto: “A Energia e a Química” (adaptado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/conceito.pdf>) (1 aula – 50 minutos).



O sexto passo divide-se em duas etapas. Com o objetivo de introduzir o conceito de Energia, a fim de enriquecer o conhecimento apresentado aos estudantes e, consequentemente, superar algumas dificuldades de aprendizagem apresentadas, a **primeira etapa** inicia-se com o professor, que deve realizar a leitura junto com os estudantes, discutindo e (re)negociando sentidos e significados do texto: “A Energia e a Química” (adaptado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/conceito.pdf>). Vale salientar que o conceito de Energia deverá ser trabalhado dentro do contexto da conversão da energia química em elétrica e vice-versa, ou seja, dentro do contexto da Eletroquímica.

Na **segunda etapa** realiza-se a leitura e discussão do texto: “O supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende”. Após a leitura do texto, o professor poderá discutir a questão da sustentabilidade e a importância do desenvolvimento de fontes de energia limpa. Em seguida, e para finalizar as aulas expositivas/dialogadas, solicita-se que formem grupos de cinco alunos. Nesse momento, informa-se aos estudantes que eles devem utilizar-se de todos os conhecimentos vivenciados durante o período de aplicação das atividades da UEPS para apresentar uma situação que envolva fenômenos eletroquímicos e a partir deles discutir conceitos como: oxidação, redução, cátodo, ânodo, ponte salina, entre outros. E que essa apresentação deverá ocorrer na próxima aula.



Desde que o ser humano surgiu na face da Terra, deparou com estranhos fenômenos que hoje dizemos estar ligados ao conceito de energia. Dentre eles, possivelmente o fogo foi o mais impressionante. Dominá-lo significava dar um grande passo para lidar com a escuridão, o frio e outras situações pouco confortáveis impostas pela natureza.

ASSOCIANDO QUÍMICA E ENERGIA

Com o primeiro princípio da termodinâmica, o termo energia passou a ser bastante utilizado no vocabulário científico. Diz-se, sem maiores problemas, que a corda de um arco — quando esticada — armazena energia potencial elástica, que é convertida na energia cinética do movimento descrito pela flecha. Dentre muitas outras transformações energéticas de amplo domínio, destaca-se a produção de energia elétrica a partir das quedas d'água: a energia potencial da água é transformada em energia cinética e esta é convertida em energia elétrica. Não há dúvida de que o princípio de conservação de energia é um modelo explicativo bem-sucedido, mas é preciso ter cuidado com alguns de seus usos, como acontece quando se fala na conversão da chamada energia química em outras formas de energia e vice-versa.



Fonte: Google Imagens



Fonte: Google Imagens

Alguns livros didáticos, atuais e antigos, também empregam o termo energia química em discussões ligadas a processos eletroquímicos. Feltre (2 ed., 1996: 390) e Nabuco e Barros (1989: 164), por exemplo, se reportam à conversão de energia química em elétrica a partir das reações espontâneas que têm lugar nas pilhas. Novais (1982: 251) afirma que “por outro lado, na niquelação de uma peça metálica, teremos o processo contrário: energia elétrica está se transformando em energia química”. Nos casos citados, observa-se que os autores atribuem à noção de energia química estatuto de algo cuja natureza é facilmente compreensível, bastando vinculá-la à ocorrência de algum tipo de reação química. Mas será que tal facilidade de compreensão realmente existe? Antes de responder, cabe examinar outra questão que naturalmente pode surgir: de onde vem a energia química? Alguns livros de nível universitário buscam explicar como as substâncias armazenam energia. Kotz e Treichel (1995, p. 258-259) e também Brady (1990, p. 171) referem-se à energia química como sendo a energia potencial que as substâncias possuem devido às atrações e repulsões entre suas partículas

subatômicas. Tais conteúdos energéticos podem ser alterados por meio de reações químicas: “quando as substâncias reagem, ocorrem mudanças na natureza das atrações (ligações químicas) entre seus átomos, portanto há mudanças na energia química (energia potencial) que observamos sob a forma de energia liberada ou absorvida no curso da reação” (Brady, op.cit.).

Já o trabalho de Denial e colaboradores (1985, p. 472-475), voltado para o ensino secundário, ao discutir o conteúdo energético das substâncias químicas, coloca o verbo to contain (armazenar) e seus correlatos entre aspas. Isso denota a preocupação em conferir à ideia de ‘estocagem’ de energia mais o sentido de uma licença de linguagem do que propriamente o sentido utilizado na vida cotidiana.

O conceito, empobrecido de energia, em vez de facilitar, dificulta a aprendizagem, porque retém o pensamento no patamar de uma simplicidade apenas aparente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mas o que é, afinal, a energia? O termo é de origem grega (energéia) e significa força ou trabalho. Em 1807, o físico inglês Thomas Young propôs que a energia fosse definida como capacidade para realizar trabalho, conceito que é até hoje amplamente utilizado. Contudo, essa definição nada diz sobre a natureza mais específica da energia. Isso não nos deve deixar constrangidos, pois outras questões igualmente desafiadoras podem ser colocadas: qual é a origem da carga do elétron? A partir do que ela é gerada? O que são os neutrinos, cujas massa de repouso e carga elétrica são nulas? Perguntas embaraçosas não faltam e formulá-las é próprio do pensamento científico. Elas nos mostram que, ao trabalharmos com definições, não devemos tomá-las como ‘peixes de aquário’, que criamos e nunca nos cansamos de admirar. A química, a exemplo das demais ciências, deve ser encarada como fonte de abertura do pensamento, a qual se dá por meio da retificação de antigos conceitos, de profundas desilusões intelectuais com respeito ao que a razão tomava por expressão final de verdade. Como dizia o filósofo Bachelard (1970, p. 90), que aliás também era professor de química, o espírito humano desperta intelectualmente na “derrocada do que foi uma primeira certeza, na doce amargura de uma ilusão perdida”.

Continuação do 6º Passo: Leitura e Discussão do texto: O supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende. E propor a formação de grupos para a realização da atividade a ser apresentada na próxima aula.



O supermercado que produz 100% da energia que consome a partir dos restos de alimentos que não vende.

Disponível em: <http://thegreenestpost.bol.uol.com.br/o-supermercado-que-produz-100-da-energia-que-consome-a-partir-dos-restos-de-alimentos-que-nao-vende/>

No Reino Unido, assim como no Brasil, estabelecimentos comerciais, como supermercados, não podem por lei doar alimentos não consumidos para aqueles que necessitam.

Pois no supermercado Sainsbury's, localizado no condado de West Midlands, eles deram um jeito para evitar o **desperdício** (quase compulsório) de comida: estão usando os **alimentos que sobram** nas prateleiras para produzir **energia limpa**.

Os funcionários do supermercado reúnem toda a matéria-prima e a enviam para uma **usina de biometano**, onde é processada e transformada em **eletricidade**. A energia então é reencaminhada para o estabelecimento por meio de cabos de transmissão e garante que 100% da eletricidade do local seja proveniente de **restos de comida**.

Já que é proibido doar, eis uma solução e tanto para os supermercados e restaurantes brasileiros, não?

ATIVIDADE: APRESENTE UMA SITUAÇÃO QUE ENVOLVA FENÔMENOS ELETROQUÍMICOS PARA A PARTIR DELES DISCUTIR CONCEITOS COMO: OXIDAÇÃO, REDUÇÃO, CÁTODO, ÂNODO, PONTE SALINA, ENTRE OUTROS. (1 aula – 50 minutos)



ELABORAÇÃO DO 2º MAPA CONCEITUAL

OBJETIVO: investigar indícios de uma aprendizagem significativa.

Os Mapas Conceituais podem ser empregados como **instrumento de avaliação**. Essa utilização nos remete a uma postura diferenciada em relação ao conceito de avaliar, pois aqui não se procura testar o conhecimento e/ou atribuir uma nota. A proposta é identificar/conhecer o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de um determinado conteúdo de ensino (MOREIRA, 2006, p. 19).

1º Passo:

Elaboração do Mapa Conceitual final (1 aula – 50 minutos).

**COM BASE NOS CONCEITOS ABORDADOS NA
UNIDADE DIDÁTICA, ELABORE UM MAPA
CONCEITUAL PENSANDO COMO SE ESTABELECEM
OS CONCEITOS QUÍMICOS QUE FORAM
ABORDADOS NAS AULAS SOBRE O CONTEÚDO DE
ELETROQUÍMICA.**



Caro (a) professor (a), como os estudantes já realizaram a construção de um mapa conceitual, acredita-se que terão mais facilidade na segunda produção. Mas, caso sinta a necessidade, pode abordar novamente os princípios para construção desse recurso de identificação de relações conceituais.



REFERÊNCIAS

- ATKINS, P e. JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman. 2001.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª ed. Paralelo Editora, LDA, 2000.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Vol. 2: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2008.
- BROWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. Tradutor: Robson Matos: consultores técnicos André Fernando de Oliveira e Astréa F. de Souza Silva. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- FREIRE, Melquesedeque da Silva; SILVA JÚNIOR, Carlos Neco da; SILVA, Márcia Gorette Lima da. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 5 a 9 de dezembro de 2011.
- MOREIRA, Marco A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/user/Downloads/moreira.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.
- _____. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~Moreira. Acesso em: 12 out. 2016.
- _____. Mapas conceituais e Diagrama V (2006). Extraído do trabalho "**Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa**", de M. A. Moreira, publicado em *Ciência e Cultura*, 32(4):474-479, 1980. Disponível em: http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf. Acesso em: 20 jul. 2018.
- _____. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(1): 7-29. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Acesso em: 02 ago. 2016.
- NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. Aprender a aprender (1999). In: ALMEIDA Fabiana C. P. de; SOUZA, Aguinaldo Robinson de; URENDA, Pablo A. Venegas. Mapas Conceituais: avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, SP, 25 a 29 de novembro, 2003.

ETAPA 6
RESPONDER AOS QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO DA UEPS
(APÊNDICE C E D).

OBJETIVO: Conhecer a opinião dos estudantes sobre as atividades presentes na UEPS

APÊNDICE C
QUESTIONÁRIO

Nas últimas semanas estivemos trabalhando os conceitos eletroquímicos através da UEPS. Como vocês já sabem, a aplicação destas UEPS faz parte de uma pesquisa. Gostaria então de saber sua opinião sobre como foram as aulas.

1. Ao participar de todas as atividades e dividirmos momentos de troca de conhecimento, o que achou da UEPS?

() Ruim () Regular () Bom () Excelente

Justifique

2. Ao término das atividades presentes na UEPS, enumere de maneira crescente as atividades que você mais gostou, sendo a de número 1 a que você mais gostou e o 4 aquela que menos gostou.

() Simulação () Experimentos () Textos () Vídeo

Justifique

3. De uma forma geral, como você explicaria a aprendizagem dos conceitos trabalhados no decorrer da aplicação da UEPS?

APÊNDICE D

AVALIAÇÃO DA UEPS - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

(TABELA DE CLASSIFICAÇÃO)

AFIRMAÇÕES	QUANTO AO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA MINISTRADO PELO PESQUISADOR				
	CONCORDO PLENAMENTE	CONCORDO	INDECISO	DISCORDO	DISCORDO PLENAMENTE
A forma como foi trabalhado o tema Eletroquímica proporcionou motivação para o estudo.					
As aulas baseadas na explicação com a utilização de quadro e giz já seriam suficientes para entender o conteúdo de eletroquímica.					
As atividades apresentadas, como por exemplo, vídeo, experimento, leitura de textos e resolução de situações-problema, no decorrer da UEPS foram importantes.					
As atividades facilitaram o aprendizado dos conceitos relacionados ao conteúdo da eletroquímica.					