



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA**

JÉSSICA SCHERER BAPTAGLIN

**METODOLOGIAS DE ENSINO NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: APRENDIZAGENS A
PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE AULA MEDIADA E DA TEORIA DA
MODIFICABILIDADE COGNITIVA ESTRUTURAL**

REALEZA

2019

JÉSSICA SCHERER BAPTAGLIN

**METODOLOGIAS DE ENSINO NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: APRENDIZAGENS A
PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE AULA MEDIADA E DA TEORIA DA
MODIFICABILIDADE COGNITIVA ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau de
licenciada em Química da Universidade Federal da
Fronteira Sul – UFFS – *Campus Realeza* – PR.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Louro Peres
Coorientador: Prof. Dr. Martinho Machado Junior

REALEZA

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Baptaglin, Jéssica Scherer
METODOLOGIAS DE ENSINO NA EDUCAÇÃO QUÍMICA:
APRENDIZAGENS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE AULA MEDIADA E
DA TEORIA DA MODIFICABILIDADE COGNITIVA ESTRUTURAL /
Jéssica Scherer Baptaglin. -- 2019.
48 f.:il.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Louro Peres.
Co-orientador: Prof. Dr. Martinho Machado Junior.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Química-Licenciatura , Realeza, PR , 2019.

1. 1.Experiência de Aprendizagem Mediada. 2.
2.Educação Química.. 3. 3.Aprendizagem Significativa..
4. 4. Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural..
I. Peres, Gisele Louro, orient. II. Machado Junior,
Martinho, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

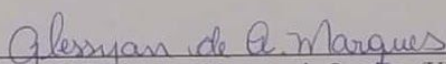
JÉSSICA SCHERER BAPTAGLIN

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito para obtenção do grau de LICENCIADA EM QUÍMICA na UFFS, campus Realeza/PR.

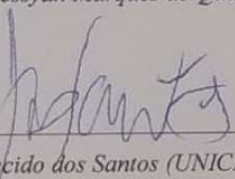
Orientador: *Prof. Dra. Gisele Louro Peres*

Este trabalho de TCC foi defendido e aprovado pela banca em 07 de dezembro de 2019.

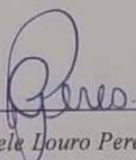
BANCA EXAMINADORA:



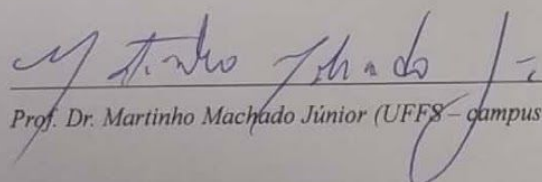
Prof.ª. M.ª. Glessyan Marques de Quadros (UFFS – campus Realeza – PR)



Prof. Dr. Sandro Aparecido dos Santos (UNICENTRO – campus Guarapuava – PR)



Prof.ª. Dra. Gisele Louro Peres (UFFS – campus Realeza – PR)



Prof. Dr. Martinho Machado Júnior (UFFS – campus Laranjeiras do Sul – PR)

METODOLOGIAS DE ENSINO NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: APRENDIZAGENS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE AULA MEDIADA E DA TEORIA DA MODIFICABILIDADE COGNITIVA ESTRUTURAL

Jéssica Scherer Baptaglin¹

Resumo

As metodologias de ensino são indispensáveis para o processo de ensino e de aprendizagem na Educação Química para promover a formação de um cidadão autônomo, crítico e reflexivo na sociedade. O desenvolvimento desta pesquisa teve por objetivo analisar a potencialidade de uma intervenção didático-pedagógica, a partir da Experiência de Aula Mediada (EAM) na Educação Superior, na perspectiva de desenvolver a aprendizagem significativa dos acadêmicos sobre os conceitos pertinentes à Eletroquímica. A abordagem metodológica da pesquisa apresenta um caráter qualitativo, e baseou-se na análise exploratória. A pesquisa desenvolveu-se em cinco encontros, e fundamentou-se nas etapas pertinentes da experiência de aula mediada: discussão introdutória, trabalho independente dos grupos, discussão e desenvolvimento do *insight* e conclusão da aula. Esta metodologia de ensino baseia-se na mediação, em que o professor atua intencionalmente entre o conhecimento e o estudante. Denotou-se que a partir do conhecimento prévio dos estudantes, que desenvolveram a reflexão e o posicionamento crítico durante a realização das atividades. Na construção e desenvolvimento das histórias em quadrinhos, os grupos utilizaram diferentes métodos de solução do cálculo do potencial das pilhas comerciais, demonstrando a potencialidade das metodologias de ensino no desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Palavras-Chave: Experiência de Aprendizagem Mediada. Educação Química. Aprendizagem Significativa. Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural.

¹Acadêmica do curso de Química-Licenciatura da UFFS. Campus Realeza. Contato: jessica.baptaglin17@gmail.com

INTRODUÇÃO

A instituição escolar, enquanto espaço-tempo de aprendizagem busca desenvolver o posicionamento reflexivo e crítico do estudante para atuar em qualquer ambiente social. Entretanto, é fundamental que a aprendizagem dos conhecimentos seja pautada nas vivências e experiências dos estudantes, por meio de um diálogo intrínseco dos envolvidos no processo de ensinar e aprender. Nesse sentido, acredita-se que a Educação em Ciências tanto na Educação Superior, quanto na escola da Educação Básica visam promover a formação de um cidadão capaz de expressar suas ideias e opiniões no âmbito social, político, educacional e cultural.

Desse modo, a ideia central deste trabalho surgiu a partir de vivências e experiências na Educação Básica e Superior, durante o curso de graduação, e pautadas na sistematização metodológica do Ensino de Matemática e de Química. Na condição de licencianda do curso de Química-Licenciatura, observou-se que a Matemática e a Química são áreas das Ciências consideradas abstratas e de difícil compreensão pela maioria dos estudantes, os quais apresentam dificuldades na aprendizagem dos conteúdos específicos dessas disciplinas.

Tendo em vista os aspectos que são importantes para a análise e compreensão dos fenômenos que permeiam a esfera global, considera-se necessário identificar e problematizar os conhecimentos provenientes das diferentes áreas das Ciências. É fundamental estabelecer uma relação interdisciplinar entre as diferentes áreas do conhecimento científico para a compreensão de situações presentes na vida dos estudantes, desconstruindo a ideia das disciplinas isoladas.

Com relação aos conhecimentos provenientes da Matemática, os quais encontram-se presentes tanto em situações diárias de nossas vidas e nas disciplinas das instituições de ensino, em que os conhecimentos matemáticos são utilizados também de base para outras áreas do conhecimento, como a Física, Química, Engenharia, além de ser uma forma de linguagem.

Apesar disso, a Educação Química e a Educação Matemática muitas vezes são abordadas de forma individualizada, o que desenvolve algumas dificuldades no aprendizado do estudante, que de acordo com Walvy (2004) podem estar ligadas ao fato de que:

(...) os conceitos matemáticos que fazem parte da bagagem cultural que os alunos trazem da escola primária, foram adquiridos de uma forma mecânica, foram impostos e não construídos por eles, foram abordados como tendo um fim em si mesmos e não foram vistos em situações concretas. Se os alunos não compreendem de que modo os conhecimentos básicos para o estudo da Química estão ligados ao

mundo real, eles nunca os considerarão como ferramentas válidas (WALVY, 2004, p.1)

Nesse sentido, considera-se fundamental no processo de ensino e aprendizagem que o professor valorize e identifique os conhecimentos prévios dos estudantes sobre determinado conteúdo. Para que a partir disso, possa relacionar e organizar as concepções e saberes que os mesmos já possuem acerca de suas vivências e experiências com os novos conhecimentos abordados em sala de aula. Conforme aponta Moreira (2011) é necessário que a aquisição das novas informações e conhecimentos aconteça de maneira significativa, fazendo com que a aprendizagem dos conteúdos não seja restrita somente a uma situação, mas que desenvolva a percepção e reflexão acerca das demais que estão a sua volta.

A Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (TMCE) expressa a autonomia do indivíduo diante das diferentes circunstâncias, pela qual desenvolve-se a capacidade do organismo humano em alterar a estrutura de seu funcionamento, a partir de um processo de autorregulação que busca a reflexão diante da adaptação de suas experiências frente a novas situações. Nesse contexto, a Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) se caracteriza como uma intervenção educacional que gera a Modificabilidade Cognitiva Estrutural, isto é, implica que todo indivíduo possui a capacidade de se modificar desde que sejam fornecidas condições necessárias pelo mediador, que atua intencionalmente entre o conhecimento e o estudante (SASSON, 1997).

Sendo assim, acredita-se que todo estudante apresenta um potencial de aprendizagem dos conhecimentos específicos em virtude de suas experiências e vivências, na qual são o ponto de partida para a pesquisa e a compreensão dos conceitos científicos. Em relação ao processo de mediação, o professor, na condição de mediador permite instigar e desenvolver a autonomia e a construção de respostas significativas para o desempenho satisfatório da aprendizagem do mediado.

Nesse sentido, este trabalho de pesquisa configura-se na seguinte intenção: Como facilitar a aprendizagem dos conteúdos pertinentes a Eletroquímica a partir da Experiência de Aula Mediada, a fim de possibilitar uma visão intrínseca das Ciências, especialmente entre a Química e a Matemática?

O desenvolvimento deste trabalho teve por objetivo analisar o processo sobre um grupo de alunos de uma intervenção didático-pedagógica, realizada no componente curricular de Físico-Química III do curso de Química-Licenciatura na Universidade Federal da Fronteira

Sul-Campus Realeza/PR no primeiro semestre de 2019, tendo como fundamentos a metodologia de ensino referente a Experiência de Aula Mediada e a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, na perspectiva de facilitar a aprendizagem significativa dos conceitos pertinentes à Eletroquímica.

A metodologia de análise dos dados obtidos durante o desenvolvimento das aulas, pautou-se na análise exploratória de natureza qualitativa, proposta por Gil (2008), delineado por aportes teóricos, a fim de proporcionar uma visão ampla e geral acerca dos questionários, roteiros, histórias em quadrinhos e problematizações no coletivo, visto que o tema de pesquisa é pouco reconhecido e estudado na Educação Química.

PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

A Educação em Ciências, em especial de Química, é muitas vezes considerada abstrata pelos estudantes, pelo qual eles indagam: Por que estudar esta disciplina? Onde irei utilizar estes conteúdos em minha vida? Nesse sentido Santos e Schnetzler (1996, p.28) relatam que: “A função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido.” Deste modo, a atribuição central da problematização na Educação Química deve permear as situações presentes no cotidiano dos estudantes.

A Química e a Matemática são importantes áreas do conhecimento científico que envolvem a sistematização das relações que abrangem o Universo e as atividades humanas. Desse modo, a didática na Educação em Ciências desempenha papel central na formação docente, e expressa que as disciplinas específicas de Química inseridas no currículo não devem se restringir aos conteúdos químicos, mas apresentar um papel integrador com outros tantos conteúdos importantes para a formação docente (CACHAPUZ, et al., 2005).

Na Educação Química percebe-se uma extensiva dificuldade na elaboração de métodos didático-pedagógicos, que contextualizam as diferentes áreas das Ciências. Devido a isto, muitas vezes a didática docente restringe-se a transmissão do conhecimento, entretanto Freire (2011, p.30) nos revela que “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino”. Dessa forma, ao ensinar é necessário buscar conhecer, pesquisar e indagar a respeito das novas informações, sendo um processo intrínseco da natureza da prática docente, o qual se refere ao professor pesquisador.

A dimensão da pesquisa visa a formação de um sujeito que dialoga com os demais, visto que não existe um professor pesquisador que atue isoladamente, mas que aprende e reaprende coletivamente com seus estudantes e demais colegas professores. Tendo em vista a sociedade organizada com base na rápida mudança do conhecimento, é imprescindível que o professor se permita estar em constante atualização, sendo capaz de interagir positivamente com os estudantes, a fim de problematizar as vivências dos mesmos, e a partir delas refletir acerca do desenvolvimento das Ciências, contribuindo assim para a transformação social e cultural do meio (MALDANER, 1999).

No entanto, o distanciamento das relações interpessoais entre o professor e estudante pode causar o desinteresse pelos conteúdos, principalmente quando não considera-se o conhecimento prévio dos alunos e não existe uma dinâmica de aula. Mas apenas uma transmissão dos conceitos científicos, em que muitas vezes ocorre pela memorização de equações e fórmulas, o qual são reproduzidas mecanicamente sem qualquer indagação ou problematização acerca dos fenômenos envolvidos nos problemas.

Assim, pode-se observar que na Educação Básica a reprovação dos estudantes refere-se à dificuldade de compreender os conteúdos da Química ou devido ao não comprometimento necessário ao estudo desta disciplina. Entretanto, a Química está atrelada a outras disciplinas das Ciências da Natureza, que fazem uso dos conceitos e fundamentos matemáticos, deste modo tem-se as primeiras dificuldades dos estudantes na aprendizagem desta disciplina (SANTOS, GONÇALVES, 2017).

Por outro lado, a reprovação dos estudantes da Educação Superior, ocorre principalmente nos componentes curriculares de Química Geral, Química Analítica, Química Inorgânica e Físico-Química, que apresentam forte relação com os conceitos matemáticos (YAMAGUCHI, SILVA, 2019). Um dos motivos encontra-se relacionado ao fato do Ensino de Química apresentar muitos desafios em relação ao processo de ensino e aprendizagem em disciplinas específicas da área, principalmente no que se refere a compreensão dos conceitos matemáticos presentes nos fenômenos químicos.

Desse modo, para produzir o conhecimento químico sobre determinada situação do mundo real, geralmente necessita-se dos significados dos conceitos da Química, em que estes se relacionam com conceitos de outras áreas do conhecimento, como os da Física, Biologia e Matemática. Sendo assim, é fundamental que sejam propostas atividades em sala de aula que promovam a interdisciplinaridade entre as Ciências, fazendo com que o estudante relacione

intrinsecamente e produza significados acerca dos conhecimentos que aprende em cada disciplina no espaço-tempo escolar.

Os conceitos da Matemática apresentam uma subjetividade e um ideal quando abordados nos componentes curriculares da graduação em Química-Licenciatura, pelo qual são necessários para o entendimento dos conteúdos químicos pertinentes aos fenômenos científicos da área. Entretanto, estes componentes apresentam um alto índice de reprovação, geralmente em virtude da diferença de abordagem dos conceitos entre a Matemática da Educação Básica e da Educação Superior.

Existem outros fatores responsáveis pela permanência prolongada dos estudantes nos componentes curriculares de Química que envolvem o raciocínio lógico e matemático, destacando-se a abordagem tradicional dos conteúdos, a partir da memorização de fórmulas, equações, postulados e cálculos; as dificuldades pertinentes ao processo de aprendizagem dos estudantes e a falta da contextualização dos conceitos que envolvem os componentes curriculares específicos (YAMAGUCHI, SILVA, 2019).

Os autores Cardoso e Colinvaux (2000, p. 401) expressam que o estudo da Química encontra-se relacionado ao modo de promover aos indivíduos o “ [...] desenvolvimento de uma visão crítica do seu cotidiano, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento na sua vida diária, tendo condições de perceber e interferir em situações problemas”. Sendo assim, a Experiência de Aprendizagem Mediada é uma das formas metodológicas que pode ser desenvolvida na Educação Química, para promover a compreensão dos fenômenos da natureza presentes nas atividades diárias dos indivíduos.

Devido a isto, é importante a elaboração de atividades que conduzam a construção dos conhecimentos pertinentes às Ciências, a partir de um processo dinâmico e criativo que envolve a problematização das possibilidades da produção própria do conhecimento, visando a formação de um cidadão autônomo, crítico e reflexivo em sua atuação social.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desenvolvimento da aprendizagem apresenta como pressuposto a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (1980). Nessa teoria, define-se aprendizagem significativa como um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo, de modo que o novo

conhecimento que lhe é apresentado interage e se relaciona com os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2011).

De forma complementar, encontra-se também na Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (TMCE), proposta por Feuerstein (2014), o objetivo de se obter uma aprendizagem significativa. Para tanto, a TMCE fundamenta-se no pressuposto de que o cérebro humano apresenta estrutura plástica, sendo necessário o processo de mediação de forma intencional e planejada para que ocorra a mudança na estrutura cognitiva do estudante.

A partir da TMCE, desenvolveu-se a Experiência da Aprendizagem Mediada por Feuerstein (2014), que consiste na interação entre o estudante, denominado como mediado e o conhecimento, em que esta interação deve ser realizada por uma atividade proposta pelo professor, que atua como mediador, isto é, coloca-se na posição de intermediador entre o estudante e o conhecimento, em que suas ações devem ser de modo intencional.

Para que ocorra a Experiência de Aprendizagem Mediada, Feuerstein propõe a existência de critérios universais de mediação, sendo a intencionalidade/reciprocidade, a transcendência e a mediação do significado. A intencionalidade refere-se que todo o ato de ensinar deve ser planejado e intencional pelo mediador, para identificar as estratégias de ensino que possam potencializar o canal de comunicação entre mediador e mediado, atingindo-se dessa forma reciprocidade desse último. A transcendência é a intenção que o mediador tem de criar condições que não se limite a resolver problemas imediatos em aula, mas possibilite ao mediado estabelecer relações dos conceitos fundamentais de determinada área de conhecimento com diferentes situações pertencentes às Ciências e ao cotidiano. E por fim, a mediação do significado é quando o objeto de estudo é apropriado pelo mediado, de forma significativa, por meio da dinâmica da aula, das atividades realizadas, do lançamento das questões-desafio e relação com o conhecimento prévio dos estudantes, a fim de estimular o desenvolvimento das atividades (TURRA, 2007).

Para tanto, além dos critérios de mediação universais, Turra (2007) destaca a importância do sentimento de competência, o qual busca analisar os processos mentais. Sendo assim, o mediador tem o objetivo de fazer com que o mediado perceba o potencial de seu desenvolvimento durante o processo metodológico, promovendo afirmações positivas as pesquisas e ações dos grupos.

Nesse contexto, a Experiência de Aula Mediada busca promover a Modificabilidade Cognitiva Estrutural dos estudantes envolvidos no processo, a qual não decorre apenas da

resolução das atividades, mas também da interação provocada por meio dos critérios adotados durante a EAM e especialmente pela autonomia, que a mediação proporciona ao sujeito mediado. Além de organizar as novas informações com base nos conhecimentos prévios e proporcionar uma visão frente a diferentes situações (TURRA, 2007).

Considerando-se a existência de poucas pesquisas acerca da Experiência de Aprendizagem Mediada na Educação Química, sendo os trabalhos mais relevantes relacionados a Educação Matemática, este trabalho se configura na intencionalidade de promover mudanças no cenário da pesquisa científica, a fim de compreender e promover o uso de metodologias de ensino que buscam a reflexão e autonomia do estudante durante o processo de aprendizagem em Química no Ensino Superior.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se em natureza qualitativa, que segundo Miles e Huberman (1994) é compreendida como um processo de seleção e simplificação dos dados pertinentes ao trabalho de campo, por meio da organização das informações de forma a possibilitar a análise sistemática das semelhanças e diferenças para a elaboração de uma conclusão, a partir da significação dos dados, suas regularidades e explicações.

A abordagem utilizada se configura como pesquisa exploratória, com abordagem teórica. Este método de análise fundamentou-se nos trabalhos desenvolvidos por Gil (2008), em que buscou-se promover uma visão geral acerca dos dados e informações obtidas no desenvolvimento das aulas, pautada na Experiência de Aula Mediada.

Diante disso, como já mencionado anteriormente a pesquisa encontra-se fundamentada nos trabalhos desenvolvidos por Feuerstein (2014) e Machado Junior (2014), referente a Experiência de Aprendizagem Mediada e a Dinâmica de Aula Mediada, com o propósito de analisar o desenvolvimento de uma intervenção didático-pedagógica na disciplina de Físico-Química III no Ensino Superior.

A pesquisa foi desenvolvida no espaço-tempo da sala de aula, com 17 estudantes da turma Físico-Química III, do curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul-*Campus* Realeza/PR no 1º semestre de 2019. O processo de pesquisa ocorreu em 18 aulas com duração de 50 minutos/aula, totalizando 5 encontros.

A inserção no contexto da sala de aula ocorreu no componente curricular o qual estava matriculada, sendo caracterizada como licenciada mediadora em parceria com a professora da

disciplina. A proposta e o desenvolvimento das atividades ocorreu juntamente com a professora da turma, em que estabeleceu-se um diálogo intrínseco acerca dos conceitos envolvidos nas aulas. Nesse sentido dialogou-se com os demais estudantes sobre a atuação e posicionamento em sala de aula neste momento da pesquisa, o qual estava vinculada a mediação.

Diante da necessidade de conhecer mais sobre o contexto de sala de aula e sobre o perfil dos acadêmicos participantes da pesquisa, foi desenvolvido um questionário, para identificar o perfil acadêmico dos participantes, bem como a compreensão e percepção acerca das dificuldades encontradas no componente de Físico-Química III, e sua respectiva relação com a Matemática, por meio de questões abertas e de múltipla escolha, conforme apêndice A.

Desse modo, as aulas pautadas na Experiência de Aula Mediada desenvolveu-se a partir do trabalho em grupos, totalizando quatro. Cada grupo composto de 4 a 5 mediados, perpetuando o mesmo grupo durante todos os encontros, alterando apenas as funções de cada integrante durante o desenvolvimento das atividades.

Encaminhamento Didático baseado nos pressupostos da Experiência de Aula Mediada

O processo metodológico fundamentou-se no desenvolvimento da Experiência de Aula Mediada em quatro etapas principais: discussão introdutória, o trabalho independente do grupo, a discussão e desenvolvimento do *insight*² e a conclusão da aula.

Na primeira etapa, denominada de discussão introdutória, o mediador expõe a proposta da atividade, bem como as questões-desafio dispostas a partir de um roteiro pré-estabelecido para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de forma intencional. Neste momento, explicou-se claramente os objetivos da atividade a ser desenvolvida, os elementos necessários e suficientes para a compreensão dela. É pertinente também explicar que a proposta do desenvolvimento do trabalho independente baseia-se em grupos, e que as atividades apresentam embasamento em um tema norteador do processo, pertencente a realidade dos estudantes (MACHADO JUNIOR, 2014).

Sequencialmente desenvolveu-se o trabalho independente do grupo, em que cada integrante do mesmo exerce uma função, sendo coordenador, secretário, cronometrista e o explicitador. Estas funções não são fixas, isto é, a cada encontro os integrantes vivenciam

² Conceito criado pelos psicólogos da Gestalt para descrever situações de aprendizagem abruptas na solução de um problema.

funções diferentes para compreender o processo integralmente. Neste momento o grupo desenvolve sua pesquisa em busca da resolução das questões desafiadoras. A mediação acontece por meio do acompanhamento do trabalho desenvolvido em cada grupo, instigando e propondo novas percepções sobre as informações que estão sendo discutidas, e promovendo atribuições positivas às novas descobertas, tendo o pressuposto do critério de transcendência e o sentimento de competência (MACHADO JUNIOR, 2014).

A etapa referente à discussão e desenvolvimento do *insight*, ocorre após o término das atividades desenvolvidas no grupo, é quando cada explicitador apresenta as conclusões aos demais mediados, bem como as dificuldades encontradas durante o processo de pesquisa. Após a explicitação de cada grupo, realiza-se uma discussão no grande grupo, sendo problematizados os conceitos e as operações mentais abordados na etapa introdutória. Mas quando necessário o mediador introduz, de forma intencional, novos elementos para a compreensão dos conceitos abordados por cada grupo. Os conceitos e princípios utilizados durante a explicitação devem ser contextualizados em situações-problemas diferentes daquelas expostas pelos grupos, com o objetivo de analisar se os mediados se apropriaram verdadeiramente dessa discussão.

E por fim, durante o desenvolvimento do resumo e conclusão da aula, ocorreu a elaboração de uma síntese das atividades e percepções acerca das situações-problemas envolvidas nos roteiros e explicitações dos grupos, tanto pelo mediado quanto pelo mediador, onde retoma-se o objetivo estabelecido inicialmente para avaliar se ele foi atingido ou não nesse processo.

Desenvolvimento das Aulas

Primeiramente aplicou-se um questionário com questões abertas e de múltipla escolha subdividido em cinco (5) partes: a identificação do participante; a ordem cronológica que foram realizadas as disciplinas de Físico-Química do curso; as principais dificuldades de aprendizagem encontradas nesta disciplina; importância e inserção da matemática no componente de Físico-Química e a aprendizagem do conteúdo de Eletroquímica nos demais componentes curriculares do curso.

O planejamento de cada encontro foi desenvolvido em conjunto com a professora do componente curricular Físico-Química III, tendo como referência o Modelo de Plano de Aula Mediada e Dinâmica de Aula Mediada propostos por Pissaco (2006) e Machado Junior

(2014), sendo organizados os objetivos de cada aula, com base nos conteúdos pertencentes à ementa da disciplina de Físico-Química III e os instrumentos didático-pedagógicos utilizados em cada encontro, conforme o Quadro I.

Quadro I - Planejamento referente à cada encontro.

	Conteúdo Específico	Objetivos	Estratégias Propostas
1ª Encontro	Oxirredução	-Identificar no cotidiano a presença dos fenômenos de oxirredução; - Comparar o fenômeno de oxirredução através do processo da maresia; - Analisar as equações químicas, bem como seu balanceamento, transferências de elétrons e as grandezas físicas envolvidas nas mesmas.	Situação-Problema acerca da maresia
2ª Encontro	Célula Eletrolítica	-Identificar as reações químicas que envolvem o funcionamento da pilha eletrolítica; -Comparar a diferença de potencial produzido por diferentes metais; -Analisar o funcionamento da pilha.	Construção de uma história em quadrinhos
3ª Encontro	Célula Galvânica e Equação de Nernst	-Identificar as reações químicas que envolvem o funcionamento da pilha galvânica; -Identificar os conceitos e variáveis pertinentes a Equação de Nernst; - Compreender os conceitos envolvidos na Pilha seca de Leclanché;	Ilustração da Pilha de Daniell e a Pilha Seca e a verificação do potencial das pilhas comerciais
4ª Encontro e 5ª Encontro	Células Eletroquímicas, Equação de Nernst e Eletrólise	- Identificar as variáveis da Equação de Nernst, bem como o cálculo da concentração de uma substância pela equação; - Identificar os conceitos de células eletroquímicas envolvidas nas histórias em quadrinhos; - Identificar a diferença entre uma célula galvânica e célula eletrolítica (eletrólise); - Analisar os fenômenos presentes na eletrólise, por meio do experimento da eletrofloculação da água.	Retomar as Histórias em Quadrinhos e o Experimento de Eletrofloculação da água

Fonte: Elaborado pela autora.

Para cada encontro apresentado no Quadro I utilizaram-se os seguintes critérios de mediação: intencionalidade/reciprocidade, significado, transcendência e competência, conforme a especificidade de cada aula.

Como instrumento de verificação do processo de mediação, realizaram-se registros de observações em sala de aula pela professora da disciplina e pela licencianda-mediadora acerca da interação entre os mediados e mediador; a relação entre os integrantes de cada grupo; a explicitação dos conhecimentos apreendidos a partir da pesquisa exploratória; os posicionamentos durante as discussões coletivas e o desenvolvimento dos roteiros de cada encontro, com o objetivo de identificar as dificuldades, competências e satisfações dos mediados.

Para identificar se houve indícios de aprendizagem significativa durante o desenvolvimento dos encontros, foi proposto a construção e apresentação de histórias em quadrinhos (HQs) relacionadas aos conteúdos de Eletroquímica, descritos no Quadro I. Em relação a ocorrência da EAM, comparou-se os critérios de mediação planejados com os eficazmente desenvolvidos nos encontros. No que tange a TMCE, foram comparados os conhecimentos prévios dos estudantes do primeiro encontro, expressos no roteiro da aula e por meio da discussão entre os grupos, com a conclusão obtida pelo grande grupo na realização da dinâmica de aula mediada referente ao último encontro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

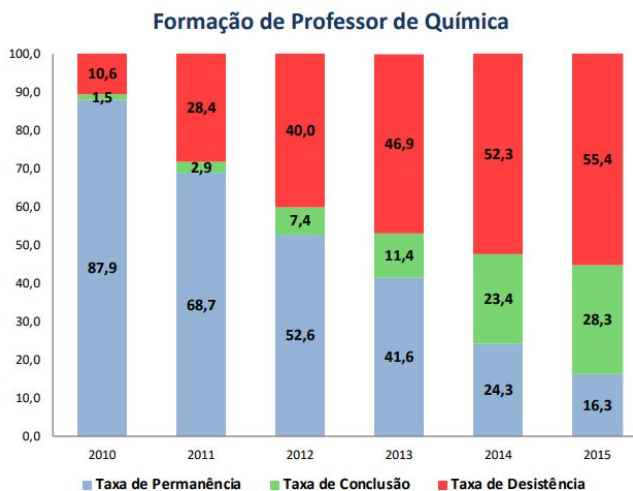
O questionário pode ser considerado como procedimento de coleta de dados durante uma pesquisa, que segundo Gil (2008, p.121), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas, com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, situações vivenciadas etc.” Nesse sentido, o questionário aplicado aos licenciados buscou analisar o perfil acadêmico da turma, compreensões e percepções acerca da relação entre a Matemática e a Química.

De acordo com o questionário aplicado aos estudantes, observou-se que 58,82% dos estudantes da turma de Físico-Química III do 1^a semestre de 2019 são representados pelo sexo feminino. De acordo com o Censo da Educação Superior 2017 (INEP, 2018) há predominância de pessoas do sexo feminino em cursos de licenciatura. Em relação à idade, 58,82% dos licenciandos apresentam entre 20 a 25 anos, o que demonstra neste caso a

ampliação do acesso a instituições de ensino superior público após a conclusão do ensino médio.

Dentre os participantes do questionário, pode-se perceber que 70,60 % dos estudantes trabalham durante o dia, em diferentes áreas do mercado de trabalho. Esta é uma realidade de cursos noturnos, em que grande parcela dos estudantes necessitam trabalhar no período diurno e estudar à noite, como forma de suprir as necessidades humanas. Esse fator, muitas vezes é responsável pelas elevadas taxas de reprovações e que levam a desistência do curso (ABRANTES, 2012). Na Figura 1 tem-se demonstrado a taxa de permanência, conclusão e desistência dos estudantes do curso de Química-Licenciatura no Brasil, no período de 2010 a 2015.

Figura 1 - Evolução dos Indicadores de Trajetória dos alunos no Curso de Química no Brasil



Fonte: Censo da Educação Superior - INEP, 2018.

Nota: Número de ingressantes de 2010 em Formação de Professor de Química no Brasil: 12.644.

Analisando a Figura 1, pode-se perceber que a taxa de desistência dos licenciandos em Química nos últimos anos no Brasil vêm crescendo cada vez mais, fato este que pode estar relacionado com o cansaço físico daqueles estudantes que trabalham durante o dia e buscam estudar no período noturno. Este fator pode ser responsável pelos licenciandos eventualmente não atingirem a média indicada por cada instituição, resultando na reprovação em componentes curriculares do curso.

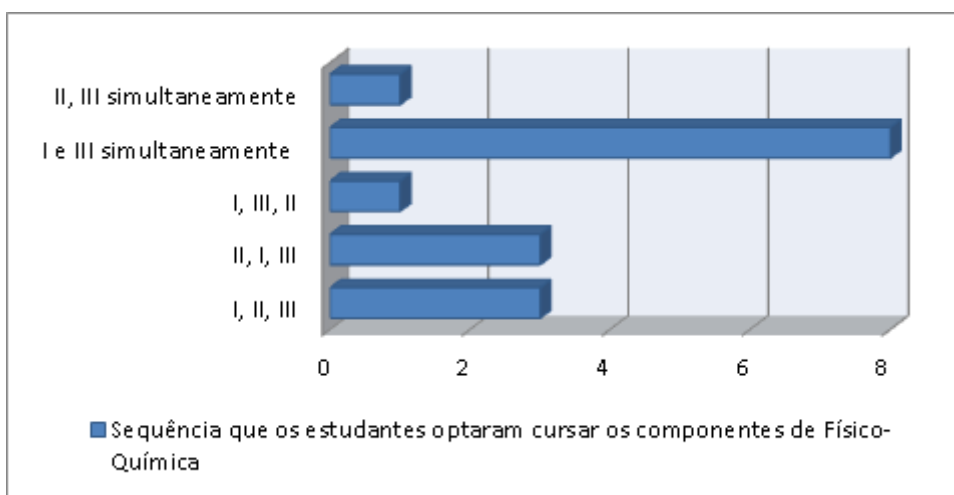
No curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) quando o estudante não obtém aprovação em determinado componente curricular, tem que

optar por realizá-lo em outro momento do período da graduação, atentando-se ao semestre que os mesmos são ofertados na grade curricular.

Segundo o Projeto Pedagógico do Curso de Química-Licenciatura (PPC) 2012³ grande parte dos componentes não exigem pré-requisito, sendo a critério do estudante a escolha das disciplinas que irá cursar a cada semestre, com o objetivo de completar sua carga horária semestral e reduzir o tempo de permanência na universidade. Porém cabe salientar que houve uma reformulação do PPC do curso em 2019⁴, onde alguns componentes curriculares necessitam de pré-requisitos, no entanto ainda não pode-se afirmar se houve resultados positivos no processo de ensino e aprendizagem.

Teoricamente acredita-se que o estudante priorize cursar a Físico-Química I, e após a aprovação matricular-se nas ordens subsequentes desse componente, no entanto, como o PPC antigo não apresenta pré-requisitos, muitas vezes os licenciandos não realizam a sequência esperada. Nesse sentido, na Figura 2 tem-se demonstrada a ordem que os estudantes optaram em cursar os componentes curriculares de Físico-Química I, II e III.

Figura 2- Sequência que os estudantes realizaram os componentes de Físico-Química.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por meio da Figura 2 pode-se observar que somente três estudantes, isto é 17,65% da turma cursou na ordem esperada os componentes de Físico-Química I, II e III. É evidente também que grande parcela dos estudantes matriculados em Físico-Química III, cursaram

³ PPC N° 1/CCQLRE/UFGS/2012 referente ao PPC do Curso de Graduação em Licenciatura em Química do Campus Realeza – Ingressos até 2018. PPC N° 1/CCQLRE/UFGS/2012

⁴ PPC N° 2/CCQLRE/UFGS/2019 referente ao PPC do Curso de Graduação em Licenciatura em Química do Campus Realeza – Ingressos a partir de 2019.

simultaneamente a Físico-Química I. De acordo com a grade curricular antiga do curso de Química-Licenciatura, a Físico-Química I é ofertada na 7ª fase e a Físico-Química III na 9ª fase do curso. Isto significa que muitos estudantes reprovaram nestes ou em outros componentes curriculares, e devido a disponibilidade de horário optaram em cursar ambas as disciplinas no mesmo semestre.

Por meio do questionário constatou-se que 52,94% dos estudantes matriculados na turma evidenciaram que suas principais dificuldades nos componentes curriculares estão relacionadas aos conhecimentos matemáticos, dentre eles, os cálculos e suas respectivas deduções, derivadas e integrais. Para tanto, ressaltam que a falta de tempo para estudar em virtude das atividades empregatícias, desencadeiam as possíveis dificuldades no entendimento dos conteúdos acerca deste componente, o qual necessita de pesquisas e estudos em horários extracurriculares. Dentre as demais dificuldades explicitadas pelos estudantes, pode-se citar: a teorização abstrata dos conceitos químicos, conexão entre as demais áreas do conhecimento e a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula.

Acredita-se que um dos grandes desafios para o professor da Educação Superior, principalmente em conteúdos específicos da Química refere-se a abordagem de novas metodologias de ensino. Nestas disciplinas, o ensino muitas vezes é desenvolvido de maneira tradicional, com aulas meramente expositivas e a avaliação do conhecimento ocorre geralmente por meio de provas teóricas (BERTON, 2015). Deste modo, é fundamental que o professor desenvolva suas aulas a partir de diferentes metodologias, promovendo uma articulação entre as demais áreas do conhecimento por meio da contextualização do ensino.

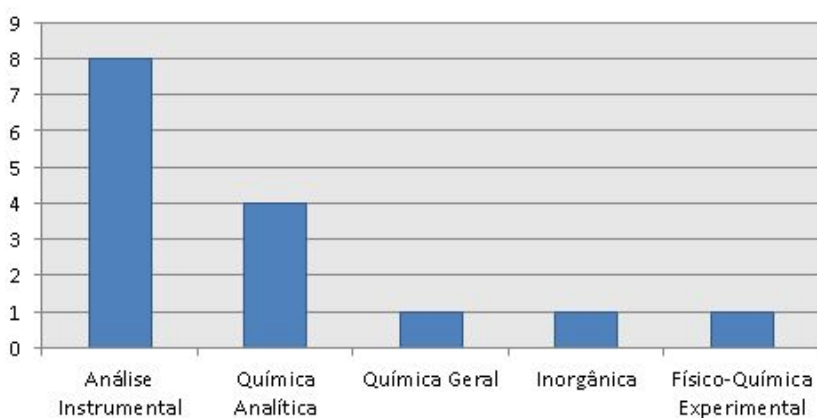
Sendo assim, o processo de ensino e aprendizagem não deve se restringir meramente a transmissão de conhecimentos de uma área específica. Desse modo Morin (2006) propõe o desenvolvimento de métodos qualitativos que favoreçam a compreensão e análise crítica dos conceitos matemáticos na Educação Química. Em vista disso, é fundamental relacionar os conhecimentos pertinentes às diferentes áreas das Ciências, possibilitando assim compreender os fenômenos que permeiam o universo.

Em relação aos conhecimentos matemáticos relacionados à Eletroquímica, observou-se que os estudantes em sua totalidade avaliaram ser uma forma de linguagem muito importante para os estudos da Físico-Química, e perceberam ela inserida em todos os conteúdos de Química, por meio de deduções, números, equações, derivadas e cálculos. Entretanto, a maioria dos estudantes não relacionam a Matemática com situações de sua

vivência ou conhecimento prévio, de acordo com um deles a “*matemática é de suma importância para cursar físico-química, tirando a parte teórica a matemática está inserida no começo*”, deste modo subentende-se que a Matemática encontra-se desvinculada da teoria química.

Com base no questionamento referente à aprendizagem dos conteúdos de Eletroquímica nos diferentes componentes curriculares do curso de Química-Licenciatura, buscou-se identificar em quais disciplinas os estudantes da turma tiveram a oportunidade de compreender esses conceitos, antes de estudá-los em Físico-Química III, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Disciplinas que abordam a Eletroquímica, além da Físico-Química III.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Figura 3 os conceitos de Eletroquímica são abordados em inúmeros componentes curriculares, em que os estudantes expressam que puderam compreendê-los nas disciplinas de Análise Instrumental, Química Analítica, Química Geral, Inorgânica e Físico-Química Experimental. Em vista disso, os mediadores da turma relataram que possuem conhecimentos básicos acerca deste conteúdo e muitos deles relatam que consideram que a aprendizagem foi muito significativa no componente curricular de Análise Instrumental, este ofertado no mesmo semestre de Físico-Química III.

Além de compreender o perfil acadêmico dos estudantes é fundamental identificar os conhecimentos e percepções que eles já possuem acerca do conteúdo a ser trabalhado durante as aulas. Desse modo, no primeiro encontro foram identificados os conhecimentos prévios dos estudantes, em que Ausubel (1980) afirma ser um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Assim, a organização

desse encontro foi pautada primordialmente na compreensão dos fenômenos de oxirredução, conforme o modelo de plano de aula mediada e a proposta de dinâmica de aula mediada, dispostos nos apêndices B e C.

Na discussão introdutória abordou-se uma situação-problema (Apêndice D) referente ao fenômeno da maresia envolvendo os conceitos de eletroquímica, a fim de introduzir os conteúdos químicos a partir de uma situação vivenciada ou conhecida pelos estudantes. Os autores Maldaner e Zanon (2004) problematizam que o ponto de partida de uma situação deve ser pautada na vivência social dos estudantes, o que facilita a interação pedagógica necessária a abordagem interdisciplinar de pensamento e o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Nesta etapa o mediador promoveu o critério de intencionalidade, ao explicitar que o objetivo da aula era analisar o fenômeno abordado na situação-problema e as grandezas físicas envolvidas no processo. Para isso entregou-se um roteiro contendo questionamentos (Apêndice E) pertinentes aos objetivos da aula, o qual foi desenvolvido por cada grupo.

Neste momento pode-se notar que apesar de grande parte dos estudantes já terem estudado o conteúdo de eletroquímica em outros componentes curriculares, houve uma extensiva dificuldade na construção das equações químicas de oxirredução, sendo fundamental a mediação, para fazer com que os estudantes refletissem acerca daquilo que eles estavam buscando solucionar durante o desenvolvimento do trabalho independente dos grupos, conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4 - A mediação no trabalho independente do grupo.



Fonte: Elaborado pela autora.

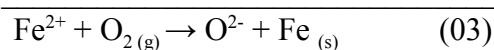
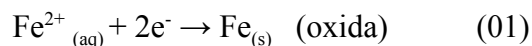
A Figura 4 demonstra o desenvolvimento do trabalho independente do grupo, a partir do processo de mediação. Este momento foi primordial para a pesquisa exploratória, visto que o mediador assume um papel fundamental na discussão e andamento dos resultados, assim é muito importante que o mediador instigue os mediados a refletirem sobre os resultados que estão sendo alcançados, a partir de novos questionamentos. Deste modo, houve reciprocidade dos estudantes no que tange a realização das atividades e a interação entre os membros dos grupos, no entanto, observou-se determinada resistência no diálogo com o mediador, visto que o mesmo não relatava a resposta ao problema proposto, mas instigava os estudantes a refletirem acerca do desafio proposto na discussão introdutória.

Sendo assim, considera-se fundamental o desenvolvimento do trabalho independente de cada grupo para que os estudantes elaborem uma opinião e um significado para o estudo, tendo em vista as diferentes percepções dos integrantes do grupo, nesse sentido acredita-se que "[...] o conhecimento é mais bem construído quando os alunos trabalham em grupos socializando a aprendizagem" (OREY; ROSA, 2007, p. 199).

De acordo com Möller (2015) “[...] ser educador não necessariamente significa ser mediador”, visto que existem aspectos fundamentais para ter uma postura mais mediadora, dentre elas pode-se citar: apresentar com clareza o que e como será realizada determinada atividade, ao final dela perguntar o que foi aprendido com ela, fazer relações com outras situações presentes na realidade dos estudantes, elaborar questões-desafio, e por fim, é necessário acreditar no potencial de aprendizagem dos sujeitos através de relações positivas entre os envolvidos no processo.

A partir das respostas dos questionamentos presentes nos roteiros, da explicitação dos resultados e nas problematizações realizadas no seu respectivo grupo, pode-se perceber que houve a compreensão do fenômeno abordado na situação-problema, no entanto, ao representar a equação química de oxirredução presente nos metais expostos a maresia, notou-se que os grupos não compreenderam a teoria presente no fenômeno.

Um dos grupos demonstrou uma equação de dissociação do sal de cozinha e água, outro abordou somente a semi-reação de oxidação, não considerando a redução e conseqüentemente a equação global. Entretanto, apenas um grupo se aproximou da representação correta das equações químicas pertinentes a oxirredução, conforme as Equações 1 a 3.



A partir do conjunto de Equações 1 a 3, pode-se perceber que existem inúmeros obstáculos na compreensão das equações químicas pertinentes a oxirredução, em que De Jong, Acampo e Verdonk (1995) citam excepcionalmente a dificuldade em compreender a transferência de elétrons; identificação de agentes redutores e oxidantes; número de oxidação e seus valores; balanceamento das equações redox e força relativa dos agentes oxidantes e redutores.

Nesse sentido, pode-se perceber que estes conceitos foram aprendidos mecanicamente, pois ao propor a situação-problema referente a maresia, observou-se que os estudantes não conseguiram compreender a equação química de oxirredução com base em seus conhecimentos prévios. A partir do critério de mediação da transcendência pode-se criar condições para que o mediado relacionasse o conhecimento adquirido com suas aprendizagens anteriores e situações que eventualmente possam acontecer em sua vida (MÖLLER, 2015).

Ao que se refere a etapa da apresentação dos resultados pelos grupos, observou-se que cada explicitador explanou a importância de trabalhar com esta metodologia, principalmente por abordar uma situação-problema relevante para o estudo da eletroquímica, entretanto consideraram o tempo curto para a realização das atividades. De acordo com o grupo quatro (4), o objetivo da aula não foi atingido e para o grupo um (1) foi atingido parcialmente, devido a falta de tempo para a elaboração das respostas dos questionamentos. Enquanto, o grupo dois (2) considerou importante o entendimento acerca da oxidação dos metais presentes no cotidiano e o grupo três (3) relatou que houve uma interação entre os membros do grupo, visto que o assunto já era conhecido para eles.

Por fim, a socialização do conceito elaborado pelo grande grupo contemplou alguns conceitos pertinentes a oxirredução, como por exemplo, a questão das semi-reações e a mudança do número de oxidação. Discutiui-se também a respeito das consequências que o efeito da maresia ocasiona nos materiais, nas casas e outros objetos. A partir desta problematização no grande grupo, os estudantes puderam perceber as distintas abordagens das

equações químicas de cada grupo, observando que apesar de haver a compreensão do fenômeno químico abordado na situação-problema, eles não conseguiram sistematizar as equações químicas deste processo, tão pouco perceber a transferência de elétrons, como uma grandeza física envolvida na problemática.

A discussão entre os mediados e o mediador sobre as abordagens de cada grupo propiciou uma visão ampla dos conceitos envolvidos na oxirredução, deste modo ao refazerem suas respostas pode-se perceber que houve uma apropriação teórica acerca do fenômeno, bem como uma alteração na forma de representar as equações químicas envolvidas. No entanto, ainda pode-se perceber a dificuldade em compreender como ocorre a transferência de elétrons em uma semi-reação de oxidação e de redução, que pode estar relacionado ao nível de abstração do conceito.

No segundo encontro, foi apresentado na discussão introdutória um vídeo referente aos aspectos históricos das pilhas, em que pode-se discutir sobre a evolução deste objeto. Nesse momento ocorreu o desenvolvimento do critério de mediação da intencionalidade, em que o mediador lançou o seguinte desafio aos mediados: a construção de uma história em quadrinhos para ensinar licenciandos em Química a calcular o potencial eletroquímico de uma pilha, conforme o planejamento disposto no apêndice F e G .

De acordo Santos et. al (2016, p.1) as histórias em quadrinhos “[...] são materiais cujas características despertam a atenção do leitor, tendo-se em vista o aspecto lúdico, linguístico e estrutural em que as informações são apresentadas”. Deste modo, acredita-se que esta atividade possibilita o desenvolvimento da criatividade dos mediados, mas também um compartilhamento de ideias e opiniões acerca dos envolvidos no enredo, apropriação dos conceitos pertinentes ao enfoque da história e a incorporação da linguagem característica da Química e da Matemática.

Para auxiliar o trabalho independente do grupo acerca da pesquisa dos conteúdos pertinentes a construção da história em quadrinhos, os estudantes utilizaram o roteiro da aula que apresentava 15 questões-desafio para a compreensão do objetivo proposto inicialmente, expressas no apêndice H. Neste momento os mediados puderam realizar a análise exploratória em livros de Química, ficando a critério de cada grupo a escolha do livro, e também utilizaram o livro Química Geral em Quadrinhos produzido por Criddle e Gonick (2014), o qual aborda diferentes conteúdos de Química por meio de história em quadrinhos (HQ's).

Durante o trabalho em grupo pode-se perceber que os mediados estavam entusiasmados em construir a HQ, devido a isto, a pesquisa e a discussão em grupo foram fundamentais para o desenvolvimento da atividade. Entretanto, encontraram muitos desafios e inquietudes para responder os questionamentos dispostos no roteiro, principalmente nesta questão: “E como podemos determinar (calcular) os 1,5 V da pilha?”. Visto que envolve os conhecimentos matemáticos atrelados aos conceitos de eletroquímica presentes em pilhas comerciais utilizadas principalmente nos aparelhos eletrônicos.

O critério de mediação referente a intencionalidade e a reciprocidade foi fundamental para o desenvolvimento das histórias em quadrinhos, pois a intenção do mediador em utilizar a HQ para compreender conceitos de pilhas eletroquímicas resultou numa interação e envolvimento intrínseco na pesquisa e construção do material.

Desse modo, durante o desenvolvimento do trabalho independente em grupo, é essencial que o mediador dialogue com os mediados, promovendo afirmações positivas acerca das novas informações problematizadas no grupo, fomentando o critério de mediação da competência. Nesse sentido, o mediador deve acompanhar o desenvolvimento de cada grupo, com o intuito de auxiliar os estudantes em suas respectivas dúvidas e inquietudes, bem como promover a motivação, a partir do critério de competência.

Neste momento pode-se perceber que os mediados precisavam de uma quantidade de tempo maior para o desenvolvimento da atividade, visto que envolve uma pesquisa conceitual aprofundada e também a construção da HQ. Logo, optou-se por destinar os momentos restantes deste encontro para a conclusão das questões expressas no roteiro e por fim a explicitação das mesmas, para que no próximo encontro eles pudessem terminar a confecção da HQ.

A partir das respostas dos roteiros e da explicitação dos grupos pode-se perceber que os mediados conseguiram compreender acerca das reações envolvidas no funcionamento da pilha galvânica, promovendo o critério de significado, pois estabeleceu-se uma relação entre o conceito científico e os objetos utilizados em suas atividades diárias. No entanto, tiveram muitas dificuldades para expressar as reações químicas envolvidas em uma pilha comercial de 1,5 V, bem como o cálculo do potencial produzido por diferentes metais nesta pilha, o qual realizaram através da diferença de potencial (ΔE) da célula.

Nesse sentido o planejamento do terceiro encontro foi pautado na identificação das reações químicas envolvidas no funcionamento de uma pilha galvânica, conforme os

apêndices I e J. No momento da discussão introdutória da aula, foram apresentados os conteúdos pertinentes à pilha galvânica, por meio de uma imagem da Pilha de Daniell e da Pilha Seca de Leclanché, problematizando os conceitos de cátodo, ânodo, reação de oxirredução, semi reações de oxirredução, bem como a equação padrão de oxirredução e potencial padrão da célula eletroquímica.

Nessa perspectiva, Gibin e Ferreira (2013, p. 25) evidenciam que “[...] o uso de imagens que apresentam os diferentes níveis de representação do conhecimento químico pode auxiliar no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática no processo de imaginar os fenômenos químicos [...]”. Deste modo, a partir da abordagem da imagem pode-se perceber que os estudantes puderam compreender o que ocorre com as substâncias e reações químicas no interior de uma pilha galvânica.

Nesse momento os estudantes puderam verificar o valor do potencial das pilhas comerciais, que os mesmos trouxeram de casa, em um multímetro, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Verificação do potencial das pilhas comerciais trazidas pelos estudantes



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 5 representa a interação vivenciada entre a licencianda-mediadora e a mediada, fato este primordial para a construção de significados, a partir das pilhas comerciais trazidas por cada estudante, em que eles puderam observar que na grande maioria das vezes o valor demonstrado no rótulo das pilhas, como por exemplo 1,5 V se difere daquele observado no multímetro. A partir disso lançou-se às seguintes questões desafiadoras aos grupos:

- 1) Quais os elementos correspondentes existentes na Pilha de Daniell e na pilha comercial que produz 1,5 V?
- 2) A partir do texto da Equação de Nernst e da pilha seca quais devem ser as concentrações dos íons presentes para obtermos uma pilha comercial de Zn e Mn de 1,5V?

A pesquisa exploratória baseou-se no material didático proposto por Bocchi, Ferracin, Biaggio (2000) e na tabela do potencial de redução, onde os estudantes puderam consultar os valores dos potenciais de cada equação química, visando compreender os conceitos químicos e matemáticos envolvidos nos questionamentos. Neste momento retomou-se a construção da história em quadrinhos, a fim de contemplar os conceitos de pilhas eletroquímicas.

Durante a explicitação dos resultados e do desenvolvimento do processo da pesquisa, todos os grupos relataram que tiveram dúvidas em compreender quais as equações químicas utilizadas para realizar o cálculo do potencial, a partir da Equação de Nernst. Deste modo, cada grupo obteve diferentes resultados para as concentrações dos íons presentes na pilha comercial de 1,5 V composta de zinco e manganês, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das concentrações dos íons presente na pilha comercial de 1,5 V

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
[Zn²⁺]	0,182 M	0,1 M	0,1 M	0,17 M
[Mn²⁺]	0,484 M	3,79x10 ¹⁸ M	3,39x10 ⁻¹⁷ M	5,87 M

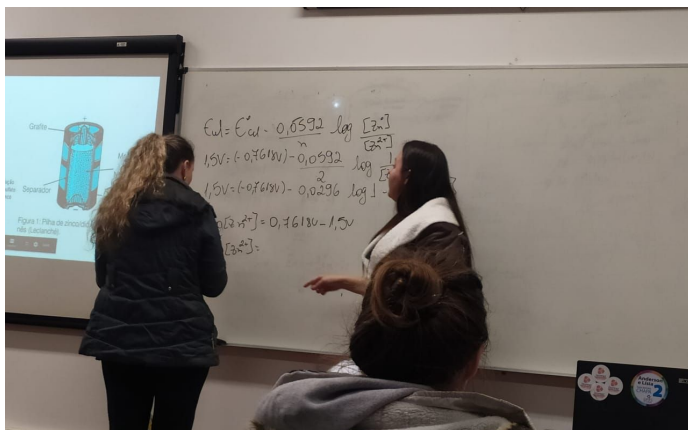
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Como o tempo destinado para esta atividade foi curto, os estudantes não conseguiram explicar o desenvolvimento da história em quadrinhos e também não houve tempo hábil para uma discussão acentuada acerca de cada cálculo expresso pelos grupos. Deste modo, os encontros 4 e 5 que ocorreram no mesmo dia tiveram seu planejamento direcionado a apresentação das diferentes formas de resolver os cálculos, as histórias em quadrinhos e compreensão do processo de eletrólise, conforme demonstra o apêndice K e L.

A partir da discussão do último encontro pode-se perceber os fatores envolvidos no cálculo do potencial, em que teoricamente somente os grupos 1 e 4 se aproximaram mais coerentemente da resolução do desafio. Sendo assim, os respectivos grupos apresentaram

novamente suas conclusões no quadro (Figura 6), e neste instante o explicitador durante a explanação do cálculo percebeu erros no desenvolvimento matemático.

Figura 6- Explicitação das concentrações dos íons a partir da Equação de Nernst



Fonte: Elaborado pela autora.

Devido a hora-relógio ser um dos fatores fundamentais para a organização do planejamento, optou-se em priorizar os momentos de reflexão e de conhecimento no trabalho independente dos grupos. Para tanto durante a explicitação, enquanto um mediado argumentava acerca dos elementos presentes nas pilhas galvânicas, o outro copiava a resolução do exercício no quadro, para que todos pudessem observar os passos seguidos por cada grupo na resolução do desafio, e contemplar a discussão do processo matemático.

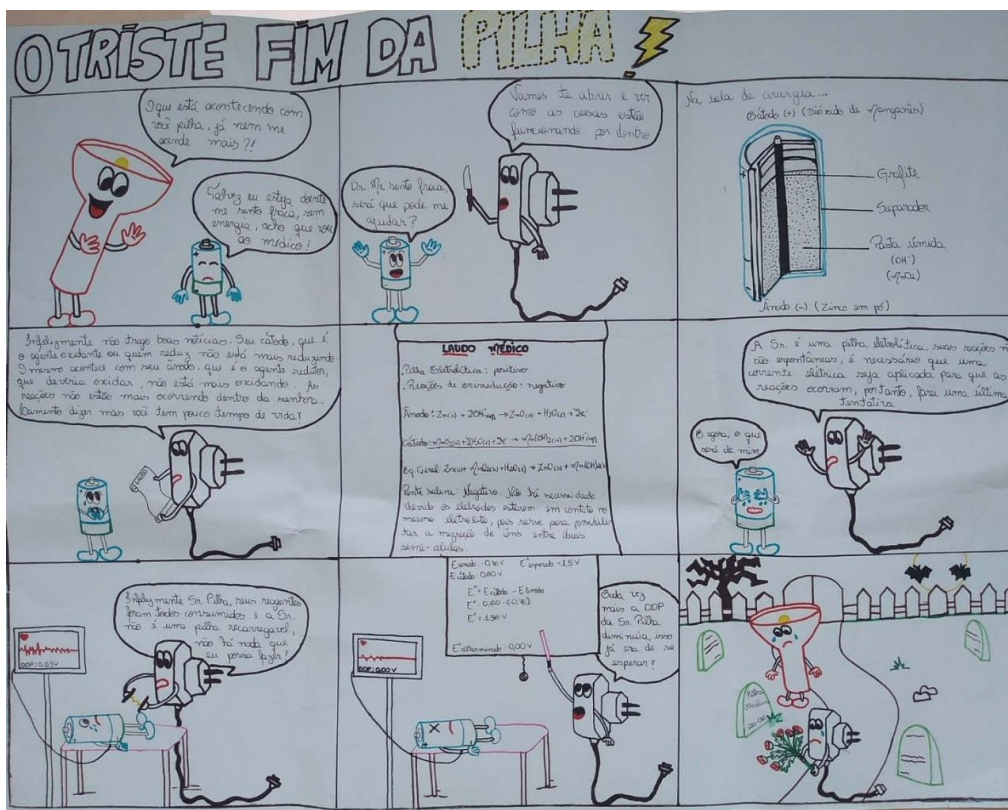
Nesse momento da explicitação dos grupos houve uma discussão entre os mediados e o mediador, a fim contemplar elementos fundamentais para a resolução do cálculo do potencial da pilha. Para tanto o mediador indagou: “os valores do potencial padrão obtidos na tabela equivale corretamente a reação química que acontece no interior da Pilha Comercial de 1,5 V?” Neste instante todos perceberam que estavam tão focados em resolver o exercício e obter uma resposta final, e não houve questionamentos sobre as reações químicas que acontecem na pilha. Assim, pode-se perceber que o valor do potencial varia para cada eletrodo da pilha, nesse sentido discutiu-se no grande grupo qual seria potencial de redução correto para o processo que acontece na pilha estudada.

A partir disto cada grupo realizou novamente o seu cálculo referente às concentrações dos íons presentes na pilha comercial de 1,5 V, onde pode-se perceber que neste momento houve o *insight* em relação a Equação de Nernst, pois durante o processo de mediação cada um dos estudantes seguiu uma maneira diferente de realizar o cálculo, e ao suceder a “prova real”, verificou-se que as concentrações encontradas para cada íon produziram o potencial de

1,5 V. Durante a socialização o grande grupo pode perceber que o processo de desenvolvimento matemático não tem uma forma rígida e fixa, mas que pode-se aplicar diferentes metodologias para a realização de um mesmo cálculo matemático.

A partir da apresentação das histórias em quadrinhos percebeu-se que os estudantes foram muito criativos e dinâmicos, pelo qual puderam expressar os conceitos das pilhas eletroquímicas a partir de uma história lúdica e interativa, o qual permite que demais estudantes aprendam os conceitos da eletroquímica com base em uma HQ, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7 - Desenvolvimento da HQ sobre os conceitos eletroquímicos



Fonte: Elaborado por um dos grupos participantes.

A construção das histórias em quadrinhos, conforme apresentado na Figura 7, possibilitou que uma nova informação, isto é os conceitos de pilhas eletrolíticas fossem relacionados a um aspecto importante presente na estrutura cognitiva do mediado (MOREIRA, 2011). Desse modo, os integrantes do grupo compreenderam os fenômenos envolvidos nas pilhas comerciais, carregadores eletrônicos e uma lanterna, relacionado aos conceitos de eletroquímica. Por meio do desenvolvimento desse instrumento didático, pode-se

perceber que também utilizaram da linguagem matemática para expressar a diferença de potencial produzido pela pilha.

Acredita-se que a construção das histórias em quadrinhos permitiu atingir-se o critério de mediação da reciprocidade e evidenciar fatores de aprendizagem significativa dos conceitos eletroquímicos a partir do envolvimento dos estudantes, que desenvolveram a autonomia e criticidade acerca dos conteúdos químicos e matemáticos presentes nas pilhas comerciais.

Para o último encontro, o mediador intencionalmente contextualizou situações práticas referentes ao processo inverso da pilha, isto é a eletrólise, por meio do experimento da eletrofloculação da água, conforme ilustra a Figura 8.

Figura 8 - Experimento sobre a Eletrofloculação da água



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 8 pode-se perceber o envolvimento dos grupos em conjunto com os mediadores, durante a experimentação investigativa da eletrofloculação da água, em conjunto com o processo de problematização inicial acerca dos conceitos químicos envolvidos.

Segundo Guimarães (2009, p.198), a “experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. Nesse sentido, a partir da experimentação da eletrólise e das discussões realizadas, lançou-se os seguintes desafios:

1. Descrever fenomenologicamente o processo de eletrólise.
2. Identifique as principais diferenças existente entre a pilha galvânica e a eletrólise.

3. Expresse as equações envolvidas no experimento da Eletrofloculação da água.
4. Determine a Força Eletromotriz (f.e.m ou ddp).

Durante o trabalho independente dos grupos notou-se que os estudantes retornavam ao experimento para visualizar os fenômenos, que buscavam compreender, e responder aos desafios propostos. Desta forma, a experimentação também possibilitou discussões entre os estudantes sobre os pressupostos da literatura e também do experimento, para assim resolver as situações-problemas.

Nesse sentido, a experimentação pode contribuir para a explicitação dos grupos, em que os mesmos retomavam os aspectos observados na estrutura do experimento, embora fosse demonstrativo, pode contribuir assiduamente para a resolução dos problemas. Entretanto, houve muitas dificuldades por parte dos grupos em expressar as equações químicas envolvidas na eletrofloculação da água e na determinação da diferença de potencial existente no experimento.

Mas, através dos critérios de mediação, especialmente da transcendência pode-se perceber que houve a explicitação e problematização acerca de outros processos do cotidiano que envolvem o fenômeno da eletrólise. Deste modo, os critérios de mediação foram fundamentais durante a Experiência de Aprendizagem Mediada, que permitiram o desenvolvimento intelectual, autônomo e social dos mediados.

Partindo-se dos pressupostos da TMCE, pode-se notar que todos os estudantes desenvolveram o seu potencial de aprendizagem visto que ao final das aulas observou-se que os mediados atingiram o critério de mediação da transcendência do processo de eletrólise proposto inicialmente no desafio da maresia, pois relacionaram os conceitos de oxirredução apreendidos no primeiro encontro ao fenômeno de eletrofloculação da água.

Sendo assim, através das teorias de aprendizagem utilizadas nesse processo de pesquisa pode-se perceber que os estudantes puderam desenvolver a reflexão e o posicionamento durante a realização das atividades. Além disso, a partir da EAM, das HQs, pode-se observar indícios de aprendizagem significativa dos mediados, quando os mesmos perceberam que não existe somente uma forma de desenvolver corretamente o cálculo do potencial das pilhas comerciais, pois foram apresentados diferentes métodos de solução da Equação de Nernst.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da pesquisa pode-se compreender os pressupostos da Experiência de Aprendizagem Mediada, apropriando-se dos conhecimentos necessários para refletir e analisar criticamente as fundamentações teóricas referente a esta metodologia de ensino no âmbito da Educação Química.

A Experiência de Aula Mediada propiciou aos estudantes compreender os conteúdos de Eletroquímica a partir de suas vivências e experiências, contribuindo para minimizar as dificuldades de compreensão e abstração da Química. A partir desta intervenção didático-pedagógica conseguiu-se atingir o objetivo geral desta pesquisa referente a facilitação da aprendizagem significativa, pelo qual os estudantes puderam compreender os conceitos eletroquímicos envolvidos nas pilhas a partir da construção de uma história em quadrinhos e também da proposta das aulas.

Acredita-se que a Experiência de Aprendizagem Mediada evidenciou no mediado aspectos de uma possível mudança em sua estrutura cognitiva, pelo qual os mediados evidenciaram a compreensão dos conhecimentos científicos a partir dos seus conhecimentos prévios.

Por meio do desenvolvimento das atividades pode-se identificar a autonomia do mediado, por meio da pesquisa, proporcionando interações, reflexões e um posicionamento crítico durante a problematização das atividades e o desenvolvimento das atividades em grupo. Notou-se também que o tempo planejado para cada etapa da aula muitas vezes foi menor que praticado, mas por meio de um diálogo entre o coletivo alterou-se o planejamento de acordo com a necessidade das tarefas.

Um das grandes dificuldades neste processo refere-se a interação inicial com os mediados, visto que houve certa resistência no diálogo nos primeiros encontros, em razão do posicionamento de mediadora. No entanto, acredita-se que isso ocorreu também em razão da utilização de uma nova metodologia de ensino, pautada na pesquisa e resolução de problemas em diferentes contextos, em que não buscou-se somente resultados, mas sim a autonomia do aluno.

Por fim, o desenvolvimento da pesquisa proporcionou experiências e vivências produtivas e relevantes para a construção do conhecimento na Educação Química, a partir da Experiência de Aprendizagem Mediada. Sendo fundamental também para minha formação, enquanto professora/pesquisadora da Educação Química, pelo qual buscou-se

compreender e abordar diferentes teorias metodológicas para potencializar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

TEACHING METHODOLOGIES IN CHEMICAL EDUCATION: LEARNING FROM THE CLASS LEARNING EXPERIENCE AND THE STRUCTURAL COGNITIVE MODIFIABILITY THEORY

Abstract

Teaching methodologies are indispensable for the teaching and learning process in Chemical Education to promote the formation of an autonomous, critical and reflective citizen in society. The aim of this research was to analyse the potential of a didactic-pedagogical intervention, based on the Class Learning Experience (CLE) in Higher Education, in order to develop the students' meaningful learning about the concepts relevant to Electrochemical. The methodological approach of the research has a qualitative character, and was based on exploratory analysis. The research was developed in five meetings, and was based on the pertinent steps of the mediated class experience: introductory discussion, independent group work, discussion and development of insight, and conclusion of class. This teaching methodology is based on mediation, in which the teacher acts intentionally between knowledge and the student. It was noted that from the prior knowledge of the students, who developed reflection and critical positioning during the activities. In the construction and development of comics, the groups used different methods of solving the potential of commercial batteries, demonstrating the potential of teaching methodologies in the development of meaningful learning.

Keywords: Class Learning Experience. Chemical Education. Meaningful Learning. Structural Cognitive Modifiability Theory.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, Nyedja Nara Furtado. Trabalho e Estudo: uma conciliação desafiante. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA, 4., 2012, Parnaíba, **Anais...** Campina Grande: Realize, 2012, p. 1-12.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

BERTON, Alessandra Novais Bassetto. A Didática no Ensino da Química. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2015, Paraná. **Anais eletrônicos...** Paraná: PUCPR, 2015. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19089_7877.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.

BOCCHI, Nerilso; FERRACIN, Luiz Carlos; BIAGGIO, Sonia Regina. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. **Química Nova na Escola**, n. 11, Maio 2000.

BRASIL, Ministério da Educação. **Censo da Educação Superior 2017**: Divulgação dos principais resultados. Diretoria de Estatísticas Educacionais, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/setembro-2018-pdf/97041-apresentac-a-o-censo-superior-ultimo/file>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

CACHAPUZ, Antonio, et al.. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARDOSO, Sheila P.; COLINVAUX, Dominique. Explorando a Motivação para Estudar Química, **Química Nova**. Ijuí: Unijuí, v.23, n. 3, 2000.

CRIDDLE, Craig; GONICK, Larry. **Química Geral em Quadrinhos**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2014.

DE JONG, O.; ACAMPO, J. e VERDONK, A. Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 10, p. 1097-1110, 1995.

FEUERSTEIN, Reuven. **Além da inteligência**: aprendizagem mediada e a capacidade de mudança do cérebro. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GIBIN, Gustavo Bizarria; FERREIRA, Luiz Henrique. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v.31, n.3, p. 198-202, 2009.

MACHADO JUNIOR, Martinho . Experiência de aula mediada: uma proposta de formação para professores no ensino de matemática no processo de educação integral em tempo integral. In: MACHADO JUNIOR, Martinho (Ed). **A experiência da UFFS na formação de professores para a educação integral**: possibilidades e desafios. Porto Alegre: Evangraf, 2014. p.129-150.

MALDANER, Otavio Aloisio. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, Rio Grande do Sul, v. 22, n. 2, p.289-292, 1999.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização de ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 43-64.

MILES, M.B. & HUBERMAN, A.M. **Qualitative data analysis**. Thousand Oaks, Sage, 1994. 338p.

MÖLLER, Cristina Almeida. Mediar a Aprendizagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7. , 2015, Paraná. **Anais eletrônicos...** Paraná: PUCPR, 2015. Disponível em : <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17452_11092.pdf>. Acesso em: 25 out, 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2 ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

MORIN, Edgar. **Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez, 2006.

OREY, D. C.; ROSA, M. A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Horizontes**, Bragança Paulista, v. 25, n. 2, p. 197-206, jul./dez. 2007.

PISSACO, Nelba Maria Teixeira. **A mediação em sala de aula na perspectiva de Feuerstein**: Uma pesquisa-ação sobre a interação professor-aluno-objeto da aprendizagem.2006.228p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

SANTOS, Diovana Santos dos; GONÇALVES, Uilson Tuiuti de Vargas. A visão dos educandos sobre o Ensino de Química: Elencando as principais dificuldades. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA. 37, 2017, Rio Grande. **Anais eletrônicos...** Rio Grande: FURG, 2007. Disponível em: <<https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s06/ficha-356.pdf>>. Acesso em: 01 outubro, 2019.

SANTOS, Jucilene Santana et al. Histórias em Quadrinhos no ensino de Química: o que tem (EX) sido produzido em revistas e eventos da área na última década. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. **Anais eletrônicos...**Florianópolis: UFSC, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz P.; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função Social: O que significa ensino de química para formar cidadão? Ensino de Química e Cidadania. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 4, p. 28-34, 1996.

SASSON, David. **EAM et PEI**: Le rôle des expériences d'apprentissage médiatisé dans l'application du programme d'enrichissement instrumental de Feuerstein. Thèse de Dheps, Université Lumière Lyon II, Département des pratiques éducatives et sociales, 1997.

TURRA, Neide Catarina. Reuven Feuerstein: "Experiência de aprendizagem mediada: um salto para a modificabilidade cognitiva estrutural. **Revista de Educação - Educere et Educare**, São Paulo, v. 2, n. 4, jul./dez. 2007.

WALVY, Ophelio Walkyrio de Castro. **Interação entre a matemática e a química**. Centro Federal de Educação Tecnológica de química de Nilópolis, Rio de Janeiro, 2004.

YAMAGUCHI, Klenicy K.L.; SILVA, Jath da Silva. Avaliação das causas de retenção em Química Geral na Universidade Federal do Amazonas. **Química Nova**, São Paulo, v.42, n.3, mar/mai. 2019.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PRÉVIO ACERCA DO PERFIL DOS
ESTUDANTES DE FÍSICO - QUÍMICA III**

Data: 29/05/2019

1ª Parte. Caracterização do participante:

- 1) Idade: () menos de 20 () 20 a 25 () 26 a 35 () 36 a 45 () 46 a 50
2) Sexo: () Masculino () Feminino
3) Profissão: _____

2ª Parte: Indique qual a ordem cronológica que você cursou ou está cursando os componentes curriculares de Físico-Química:

- () Físico-Química I, Físico-Química II, Físico-Química III;
() Físico-Química II, Físico-Química I, Físico-Química III;
() Físico-Química III, Físico-Química II, Físico-Química I;
() Físico-Química I, Físico-Química III, Físico-Química II;

Caso cursou ou esteja cursando no mesmo semestre dois ou mais dos componentes curriculares citados acima, descreva neste campo:

3ª Parte: Expresse e justifique suas principais dificuldades dentro dos componentes curriculares de Físico-Química.

4ª Parte: Como você avalia a importância da Matemática dentro da Físico-Química? Em quais momentos você percebe a Matemática inserida neste componente curricular?

5ª Parte: Você já cursou ou cursa neste semestre algum componente curricular que envolva Eletroquímica? Se sim, escreva qual o componente e se a aprendizagem está sendo ou foi significativa para você?

**APÊNDICE B - QUADRO 1 - MODELO DE PLANO DE AULA MEDIADA
REFERENTE AO FENÔMENO DE OXIRREDUÇÃO**

Data: 29/05/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Fenômeno de Oxirredução	
Objetivos referentes ao conteúdo a partir das operações mentais	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar no cotidiano a presença dos fenômeno de oxirredução; -Comparar o fenômeno da oxirredução através do processo da maresia; -Analisar as equações químicas, bem como seu balanceamento, transferências de elétrons e as grandezas físicas envolvidas nas mesmas.
Critérios de mediação utilizados	Intencionalidade/ reciprocidade; Significado; Transcendência; Competência.
Vocabulário	Transferências de elétrons e de cargas. Agente redutor e agente oxidante. Conservação de massa e carga. Equilíbrio de cargas para o processo de oxirredução.
Material de Apoio	-
Estratégias Propostas	Encontra-se no Quadro 2.
Síntese/Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> - Em diferentes regiões do Brasil ocorre o fenômeno da Maresia o qual está relacionado a oxirredução, devido a transferência de elétrons entre as substâncias envolvidas. - Sem a ponte salina não há transferência de elétrons. - Desenvolvimento do balanceamento de cargas nas espécies envolvidas. escrever as etapas. - Através do processo de oxirredução tem-se uma ddp (diferença de potencial).

**APÊNDICE C - QUADRO 2 - PROPOSTA DE DINÂMICA PARA AULA MEDIADA
REFERENTE AO FENÔMENO DE OXIRREDUÇÃO**

Data: 29/05/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Oxirredução	
1ª Momento (5 minutos)	Neste encontro será realizada uma introdução a proposta de pesquisa do TCC, comentando os principais objetivos do trabalho.
2ª Momento (15 minutos)	Entregar o termo de consentimento para leitura e posterior assinatura dos estudantes, e na sequência um questionário para identificar o perfil dos estudantes do componente curricular.
3ª Momento (5 minutos)	Neste momento será entregue aos mediados uma situação - problema referente à temática da maresia envolvendo o fenômeno de oxirredução, e também um roteiro da aula com questões norteadoras. O principal objetivo é a identificação do fenômeno químico e das grandezas físicas que envolvem este processo.
4ª Momento (30 minutos)	Desenvolvimento do trabalho em grupo, em que os mediados realizam a atividade proposta inicialmente pelo mediador.
5ª Momento (20 minutos)	Pedir para que os explicitadores apresentem as respostas elaboradas pelos respectivos grupos.
6ª Momento (10 minutos)	Socialização do conceito elaborado pelo grande grupo: Quais os processos envolvidos no fenômeno químico? Qual concepção das grandezas físicas?
7ª Momento (5 minutos)	Peça para que o estudante responsável pelo roteiro da aula termine o mesmo, com as questões respondidas e as observações do processo e entregue ao mediador.

APÊNDICE D - PROBLEMÁTICA DA MAREZIA ENVOLVENDO CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA

Para muita gente ter uma casa na praia é um sonho, devido o clima tropical brasileiro e seu vasto litoral, fazendo com que mais gente queira ter seu próprio cantinho à beira mar, para se livrar do estresse diário e ainda poder curtir um clima natural tão distante da agitação das grandes cidades. No entanto, quando este plano começa a tomar contornos de realidade, é importante atentar-se para alguns pontos essenciais, visto que uma construção nestes locais necessita de atenção especial, já que a **maresia** tem um alto poder corrosivo e de oxidação em estruturas de ferro e metal.

A maresia é aquela névoa fina e úmida que às vezes paira sobre as cidades do litoral, fluando ao longo da costa. Esse spray é formado por bilhões e bilhões de gotículas de água do mar, que sobem ao ar toda vez que uma onda arrebenta na praia. No entanto, a água do mar é uma solução composta por basicamente dois componentes: o solvente (água) e o soluto (sais). Os principais sais constituintes da água do mar apresentam os íons cloro (Cl^-), sódio (Na^+), sulfato (SO_4^{2-}), magnésio (Mg^{2+}), cálcio (Ca^{2+}) e potássio (K^+).

A existência desses íons encontra-se associado ao processo de dissociação iônica. Portanto, quando o cloreto de sódio, principal sal presente na água do mar é dissolvido na mesma, se divide em cátions Na^+ e ânions Cl^- . O cloreto de sódio atua como uma ponte salina, possibilitando o fenômeno de oxirredução entre o oxigênio do ar e os metais expostos a esses ambientes, logo, a maresia enferruja carros, emperra portões, racha vigas de concreto, entre tantos outros danos. Mas isto acontece somente em regiões litorâneas? A causa disto, é apenas a Maresia?

A ferrugem ou o processo de corrosão é uma das principais causas das patologias em edificações que apresentam estruturas com ferro. Esse tema sido objeto de estudo e preocupado autoridades e técnicos no assunto, em todos os países do mundo. Como você e seu grupo resolveriam este problema econômico do ponto de vista científico, abrangendo a conceituação do fenômeno químico, bem como as equações químicas envolvidas neste processo e as suas respectivas grandezas físicas.

**APÊNDICE E - ROTEIRO DE QUESTIONAMENTOS REFERENTE AO 1^a
ENCONTRO**

Nome dos participantes:

Grupo:

Conteúdo abordado:

Data:

● PRIMEIRO ENCONTRO

Coordenador:

Secretário::

Cronometrista:

Explicitador:

A seguir estão dispostos alguns questionamentos para nortear a reflexão e escrita do relator:

- 1) Qual o fenômeno químico envolvido na situação-problema? Contemple à explicação elementos do seu cotidiano.
- 2) Quais as equações químicas que abrangem o fenômeno? E suas grandezas físicas?
- 3) O que o grupo considerou significativo neste encontro?
- 4) Os objetivos principais foram alcançados nesta aula?

**APÊNDICE F - QUADRO 1 - MODELO DE PLANO DE AULA MEDIADA
REFERENTE À CÉLULA ELETROLÍTICA**

Data: 19/06/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Célula Eletrolítica	
Objetivos referentes ao conteúdo a partir das operações mentais	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar as reações químicas que envolvem o funcionamento da pilha comercial; -Comparar a diferença de potencial produzido por diferentes metais; - Analisar o funcionamento da pilha.
Critérios de mediação utilizados	Intencionalidade/ reciprocidade; Significado; Competência
Vocabulário	Reação Química, Reação de Oxirredução, Ânodo, Cátodo, Agente Oxidante e Redutor, Ponte Salina, Potencial Padrão do Eletrodo e a diferença de potencial da pilha.
Material de Apoio	Livros
Estratégias Propostas	Encontra-se no Quadro 2.
Síntese/Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> -As reações químicas que envolvem as diferentes pilhas, dependendo da composição da mesma. -O polo negativo da pilha está associado ao ânodo da reação, enquanto o pólo positivo está associado ao cátodo. -Cálculo da ddp da pilha através do potencial padrão de cada metal e da reação eletroquímica. -Através do potencial padrão de cada metal não é possível obter o valor de 1,5V da pilha comercial e que é necessário um outro método (equação de Nernst) para obter este valor.

**APÊNDICE G - QUADRO 2 - PROPOSTA DE DINÂMICA PARA AULA MEDIADA
REFERENTE À CÉLULA ELETROLÍTICA**

Data: 19/06/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Célula Eletrolítica	
1ª Momento (15 minutos)	Abordagem do historicidade da pilha através de um vídeo, e a introdução de um desafio: a construção de uma história em quadrinhos para ensinar estudantes de graduação em Química para calcular o potencial eletroquímico de uma pilha.
2ª Momento (10 minutos)	Neste momento será entregue livros para cada grupo que abordam os conceitos de eletroquímica para leitura e posterior socialização à respeito dos conceitos químicos e matemáticos envolvidos. Será entregue também o roteiro deste encontro.
3ª Momento (90 minutos)	Neste instante o grupo deverá desenvolver sua própria história em quadrinhos ou tirinhas, afim de contemplar os questionamentos presentes no roteiro entregue inicialmente para os estudantes.
4ª Momento (40 minutos)	Pedir para que os explicitadores de cada grupo apresentam sua respectiva história em quadrinhos, contemplando à explicação os conceitos eletroquímicos, com base nos questionamentos dispostos no roteiro inicial.
5ª Momento (30 minutos)	Socialização do conceito elaborado pelo grande grupo, resgatando o vocabulário.
6ª Momento (5 minutos)	Pedir para o secretário de cada grupo terminar o roteiro da aula, com as questões respondidas e as observações no diário de bordo.

APÊNDICE H - ROTEIRO ROTEIRO DE QUESTIONAMENTOS REFERENTE AO 2ª ENCONTRO

Nome dos participantes:

Grupo:

Conteúdo abordado:

Data:

● SEGUNDO ENCONTRO

Coordenador:

Secretário:

Cronometrista:

Explicitador:

Pesquisa:

- Como uma pilha comercial pode “produzir” 1,5 V?
- Quais os fenômenos e transformações químicas e físicas ocorrem no interior da pilha?
- Quais os fatores que influenciam na determinação de 1,5 V da pilha?
- E como podemos determinar (calcular) os 1,5 V da pilha?
- Porque o valor teórico não condiz com o “prático”?

A seguir estão dispostos alguns questionamentos para nortear a reflexão e escrita do relator:

1. Identificar quem oxida e quem reduz.
2. Quem é o agente redutor e oxidante?
3. Quem é o cátodo e o ânodo?
4. Escrever as Semi-reação Anódica, Semi-reação Catódica e a Reação global.
5. Reconhecer em cada reação, a mudança no nox de cada elemento, estabelecendo uma relação entre a oxidação e a redução.
6. Qual a função da ponte salina?
7. O que é uma célula eletrolítica?
8. Qual o significado do potencial de eletrodo- padrão?
9. Calcule a diferença de potencial da pilha envolvida na sua história em quadrinhos. Explique o resultado obtido.
10. Escreva a referência usada para o desenvolvimento do trabalho.

**APÊNDICE I - QUADRO 1 - MODELO DE PLANO DE AULA MEDIADA
REFERENTE A CÉLULA GALVÂNICA E EQUAÇÃO DE NERNST**

Data: 26/06/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Célula galvânica, Constante de Faraday e Equação de Nernst	
Objetivos referentes ao conteúdo a partir das operações mentais	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar as reações químicas que envolvem o funcionamento da pilha galvânica; -Identificar a conceituação da Equação de Nernst e da Pilha seca de Leclanché; -Identificar as variáveis pertencentes às Equação de Nernst.
Critérios de mediação utilizados	Intencionalidade/ reciprocidade; Significado; Competência; Transcedência.
Vocabulário	Corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (ddp), reação química, reação de oxirredução, ânodo, cátodo, agente oxidante e agente redutor, ponte salina, eletrodo, número de mols de elétrons, concentração da solução eletrolítica, pilha seca.
Material de Apoio	Artigos
Estratégias Propostas	Encontra-se no Quadro 2.
Síntese/Aplicações	<p>O pólo negativo da pilha galvânica é o ânodo e o pólo positivo da pilha galvânica é o cátodo;</p> <p>Uma célula galvânica é uma célula eletrolítica em que uma reação química espontânea é usada para gerar corrente elétrica.</p> <p>É possível determinar os 1,5 V de uma pilha comercial a partir da pilha seca de Leclanché e da Equação de Nernst.</p>

**APÊNDICE J - QUADRO 2 - PROPOSTA DE DINÂMICA PARA AULA MEDIADA
REFERENTE À CÉLULA GALVÂNICA E A EQUAÇÃO DE NERNST**

Data: 19/06/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Célula galvânica e Equação de Nernst	
1ª Momento (40 minutos)	<p>Revisão dos conteúdos referentes à pilha galvânica: cátodo, ânodo, reação de óxido redução, semi reações de óxido redução. Apresentar uma imagem de uma célula galvânica no datashow, e assim discutir o conceito da equação padrão de óxido redução e do potencial padrão da célula.</p> <p>Apresentar os conceitos da constante de Faraday e da energia livre de Gibbs.</p> <p>Questões desafio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Quais os elementos correspondentes existentes nas pilhas galvânica e pilha comercial que produz 1,5 V? 2) A partir do texto da Equação de Nernst e da pilha seca quais devem ser as concentrações dos íons presentes para obtermos uma pilha comercial de Zn e Mn de 1,5V?
2ª Momento (10 minutos)	Neste momento será entregue o artigo, material de apoio e tabela do potencial de redução para cada grupo, que abordam os conceitos da equação de Nernst e Pilha seca para leitura e posterior socialização à respeito dos conceitos químicos e matemáticos envolvidos. Será entregue também o roteiro deste encontro.
3ª Momento (40 minutos)	Neste instante o grupo deverá responder as questões desafio propostas inicialmente.
4ª Momento (30 minutos)	Os estudantes devem retornar a história em quadrinhos ou tirinhas, iniciadas na aula anterior, a fim de contemplar o questionamento: como obtermos uma pilha comercial de 1,5V?
5ª Momento (40 minutos)	Explicitar o desafio proposto inicialmente e apresentar as suas respectivas histórias em quadrinhos, contemplando o desafio.
6ª Momento (25 minutos)	Socialização do conceito elaborado pelo grande grupo, resgatando o vocabulário.
7ª Momento (5 minutos)	Pedir para o secretário de cada grupo terminar o roteiro da aula, com as questões respondidas e as observações no diário de bordo.

**APÊNDICE K - QUADRO 1 - MODELO DE PLANO DE AULA MEDIADA
REFERENTE ÀS CÉLULAS ELETROQUÍMICAS, EQUAÇÃO DE NERNST E
ELETRÓLISE**

Data: 26/06/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Células Eletroquímicas, Equação de Nernst e Eletrólise	
Objetivos referentes ao conteúdo a partir das operações mentais	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender as variáveis da Equação de Nernst e o cálculo da concentração de uma substância pela equação; - Identificar os conceitos de células eletroquímicas envolvidas nas HQs. - Identificar a diferença entre uma célula galvânica e célula eletrolítica; - Compreender os fenômenos presentes na eletrólise, por meio do experimento da eletrofloculação da água.
Critérios de mediação utilizados	Intencionalidade/ reciprocidade; Significado; Competência; Transcendência.
Vocabulário	Corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (ddp), reação química, reação de oxirredução, ânodo, cátodo, agente oxidante e agente redutor, ponte salina, eletrodo, número de mols de elétrons, concentração da solução eletrolítica, pilha seca, reação espontânea e reação não espontânea.
Material de Apoio	Livros
Estratégias Propostas	Encontra-se no Quadro 2.
Síntese/Aplicações	A eletrólise está presente na eletrofloculação da água, no qual pode-se perceber a transferência de elétrons. Compreendendo os fenômenos da célula galvânica e eletrolítica, pode-se realizar os cálculos de potencial da célula e da concentração das substâncias envolvidas nas reações de oxirredução, por meio da Equação de Nernst.

**APÊNDICE L - QUADRO 2 - PROPOSTA DE DINÂMICA PARA AULA MEDIADA
REFERENTE À CÉLULAS ELETROQUÍMICAS, EQUAÇÃO DE NERNST E
ELETRÓLISE**

Data: 19/06/2019	
Capítulo: Eletroquímica	
Conteúdo Específico: Células Eletroquímicas, Equação de Nernst e Eletrólise	
1 ^a Momento (15 minutos)	Pedir para o Grupo 1 e 4, explicar a reação química apresentada na última aula e a solução encontrada para o Cálculo da Equação de Nernst.
2 ^a Momento (20 minutos)	Realizar uma discussão e conclusão acerca das respostas, gerar perguntas que induzam outras respostas e que levam todos a mesma conclusão.
3 ^a Momento (30 minutos)	Apresentação das Histórias em Quadrinhos e discussão acerca dos conceitos químicos e matemáticos envolvidos na mesma.
4 ^a Momento (15 minutos)	Introdução de situações práticas onde se faz o processo inverso (eletrólise), por meio do experimento da eletrofloculação da água.
5 ^a Momento (120 minutos)	Com base no experimento lança-se o desafio aos grupos, para que possam chegar às respostas (conceitos e conclusões).
6 ^a Momento (40 minutos)	Socialização dos grupos em relação aos resultados de cada grupo.
7 ^a Momento (30 minutos)	Conclusão da aula, com uma discussão no grande grupo à respeito da eletrólise.