



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**JEIBSON JOAQUIM DOS SANTOS**

**EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM ELETROQUÍMICA: ANÁLISE DAS  
CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

**RECIFE**

**2022**

**JEIBSON JOAQUIM DOS SANTOS**

**EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM ELETROQUÍMICA: ANÁLISE DAS  
CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, tendo como Orientadora a Professora Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas.

**RECIFE**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

J47e

Santos, Jeibson

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM ELETROQUÍMICA: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES PARA  
A FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA / Jeibson Santos. - 2022.  
46 f. : il.

Orientadora: Katia Katia.  
Inclui referências e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Licenciatura em Química, Recife, 2022.

1. Ensino por investigação. 2. Formação docente. 3. Experimentação. I. Katia, Katia, orient. II. Título

CDD 540

---

**JEIBSON JOAQUIM DOS SANTOS**

**EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM ELETROQUÍMICA: ANÁLISE DAS  
CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, tendo como Orientadora a Professora Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas.

APROVADO EM 28/09/22

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas - UFRPE  
Orientadora

---

Prof. Dra. Ivoneide Mendes da Silva - UFRPE  
Primeira Examinadora

---

Prof. Dr. João Rufino de Freitas Filho - UFRPE  
Segundo Examinador

**RECIFE**

**2022**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos diversos “eu” que ficaram para trás ao longo desta trajetória. Pois reconheço não ser fácil a transposição de um estado cômodo de ignorância para uma figura ativa de pensamento crítico, que se reconhece como sujeito inacabado e necessitado de contínua interação com essa matéria viva que se chama conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

Se materializa aqui nesse espaço e para a eternidade meus agradecimentos àqueles que sem eles nada disso teria sido possível, pois neles residiam minhas forças, minhas inspirações, meus alívios, meus suportes e muita confiança.

Deste modo, primeiro de tudo, agradeço a minha melhor amiga, Júlia Medeiros, pois tem me acompanhado e auxiliado nessa jornada desde os primeiros momentos de tentativas de ingressar no Ensino Superior; Amanda Oliveira, que sempre me incentivou, mesmo quando eu mesmo não me via confiante; Isabella Berenguer, que durante o começo de minha formação me enriqueceu e me deu o prazer de desfrutar de inúmeros diálogos, diálogos esses que fizeram pensar na pessoa que eu era frente aos comportamentos social e que tipo de pessoa eu gostaria de ser dentro da minha prática docente; agradeço de modo geral aos amigos aos amigos que ao longo dessa trajetória se achegaram e construímos uma íntima ligação ao decorrer desta, que carinhosamente nos intitulamos de “O Bonde”, onde de forma específica destaco, Gabriel Marques, Maryana Hermínio, Robson Souza, Emerson Santos, Cybele Moura. Que os demais se sintam representados por eles, e saibam da relevância que tiveram, em cada diálogo, em cada momento que se dispuseram a me ouvir.

Agradeço aos meus familiares, que mesmo em meio a muitas dificuldades ocasionadas pelas intempéries da vida social, não deixaram de oferecer suporte no que fosse possível para que continuasse a trilhar o caminho em direção a formação.

Ofereço meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, Professora Dra. Kátia Freitas, que me auxiliou e me acolheu desde os primeiros períodos do curso, juntamente com meus agradecimentos à Universidade Federal Rural de Pernambuco, que me recebeu e tem sido minha casa desde o momento do ingresso. Esta que carregarei comigo e com muito carinho por todas as minhas futuras jornadas.

## **RESUMO**

O presente trabalho teve por objetivo analisar e identificar as contribuições de atividades experimentais investigativas que podem conferir à licenciatura em química em suas práticas docentes futuras. A pesquisa foi aplicada em quatro turmas de Físico-Química L3 ao longo de dois semestres, possuindo um caráter qualitativo interativo, onde os licenciandos inicialmente entraram em contato com textos acadêmicos abordando os temas de experimentação investigativa e ensino por investigação, para posteriormente debater sobre o assunto e em momentos futuros vivenciarem atividades experimentais investigativas, onde tiveram a oportunidade de trabalhar duas situações problemas desenvolvidas pelo pesquisador e após produziram relatos sobre suas atividades experimentais investigativas. Onde a partir dessas interações foram coletadas duas propostas de conceito para situação problema, construídas de forma coletiva; Observações sobre as dimensões procedimentais, conceituais e atitudinais durante a realização das atividades experimentais investigativas; 20 relatos, que foram submetidos à Análise Textual Discursiva (ATD) e uma avaliação para as duas situações problemas apresentados. Onde os resultados se demonstraram satisfatórios, de modo que apontaram inquietação e uma gradativa apropriação dos licenciandos para as características do ensino por investigação, onde eles demonstraram avanços na transposição de suas posturas passivas para posturas ativas na realização das atividades experimentais investigativas.

Palavras chaves: Ensino por Investigação; Formação Docente; Experimentação.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. OBJETIVOS	9
1.1.1. GERAL	9
1.1.2. ESPECÍFICOS	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	11
2.2. EXPERIMENTAÇÃO	15
2.2.1 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA	17
3. METODOLOGIA	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
6. REFERÊNCIAS	38
ANEXOS	41
ANEXO A – Texto 1: Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010)	42
ANEXO B – Texto 2: Gondim e Mól (2007)	42
ANEXO C – Texto 3: Monteiro et al. (2019)	43
ANEXO D – Texto 4: Carvalho (2013)	44

## 1. INTRODUÇÃO

A forma como os novos profissionais de docência irá atuar em suas salas de aula é um reflexo direto das experiências por eles vivenciadas durante o período de sua formação, onde um dos fatores mais marcantes que irá refletir em suas práticas é a forma como seus professores atuavam em suas aulas, ou seja, por mais que entrem em contato com diversas metodologias ativas durante suas leituras e sendo sempre estimulados a um desenvolvimento crítico do pensamento, se não vivenciarem eles próprios em sua formação essas metodologias ativas correrão o grande risco de serem replicadores de uma metodologia tradicional enfeitada por discursos ativos (AZEVEDO, 2009).

A reflexão de elementos dessa natureza, juntamente com um olhar crítico para como o ensino é direcionado em aulas de caráter experimental, que para essa pesquisa escolhemos a estratégia de Ensino por Investigação, como metodologia capaz de contribuir para aquisição de comportamento e postura ativa nas práticas dos futuros professores de química.

A experimentação vinculada ao ensino de Química vem sendo associada a prática motivacional e muitas vezes como um meio facilitador para os temas pertinentes ao estudo dessa ciência, onde autores como Silva, Machado e Tunes (2010), apontam que essa prática se demonstra equivocada frente ao real objetivo da experimentação, que é de fragmentar o objeto a fim compreender seus elementos e seu comportamento quando exposto a mudanças de variáveis. É importante salientar que, o que está querendo ser dito com isso, não é que a experimentação seja ineficiente em termos motivacionais, o que se está dizendo é que o uso da experimentação aplicada unicamente com esse propósito se torna obsoleta. O modelo como a experimentação vem sendo apresentado nas aulas experimentais seguem um aspecto expositivo delimitando a ação prática da atividade a um caminho unilateral guiado pelas soluções, promovendo assim uma ação mecânica sem a necessidade de um questionamento crítico a respeito das ações a serem exercidas. Esse tipo de comportamento se distancia de elementos que são exigidos para o Ensino de Química, elementos tais quais a química como

meio coparticipante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade (BRASIL 2006).

O ensino por investigação surgiu no Continente Norte Americano no início do século XX visando inicialmente, por meio de críticas, repensar a forma diretiva em que o ensino em ciências era apresentado, com John Dewey como sendo o primeiro a levantar essas críticas (BARROW, 2006 apud CLEMENT, 2015). É uma metodologia ativa em que valoriza a interação entre os indivíduos envolvidos, sendo essas interações, professor-aluno, aluno-aluno e aluno-meio, conforme os conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) elaborado por Vygotsky. Segundo o documento oficial de ensino americano, National Research Council (NRC) ((2000, 2001) apud ZOMPERO e LABURÚ (2016)), apresenta as competências para o ensino por investigação, que são: engajamento dos estudantes na atividade, priorização de evidência, articulação das explicações ao conhecimento científico, comunicação e justificação das explicações. Essas características se confirmam com que é exposto por Azevedo (2006) sobre o que é necessário para que uma atividade investigativa seja considerada como tal. Quando entende que essas características pertinentes ao ensino por investigação se alinham com o que é exigido como competências a serem adquiridas pelos alunos nas aulas de química, surge o questionamento a ser refletido: Quais as possíveis contribuições da experimentação investigativa na formação de licenciandos em química em aulas de Físico-Química (L3) de um curso de Licenciatura em Química?

A respeito desse questionamento, aponta Briccia:

[...] vemos como determinante que a escola favoreça a construção de visões mais adequadas sobre o conhecimento científico, sendo necessário para isso, que nós, professores, também construamos essas visões; afinal, não podemos ensinar, ou ter como pressuposto de ensino, algo que não se domina (BRICCIA, 2013).

As investigações são motivadas pela apresentação de problemas/situações problemas, que como afirma Azevedo (2006), que por se objetivar uma prática investigativa a terminologia “problema/situações problemas” precisa-se ter bastante cautela a ser empregada. Deste modo autores como Meirieu (1998), Pozo (1998), Clement (2015) e Suart (2014) estão em conformidade e se complementam de

maneira que, os problemas/situações problemas são compostos por um cenário pertencente ao universo dos indivíduos de tal modo que os extinguiu a uma reflexão com finalidade de alcançar respostas que os possibilitem solucionar as lacunas apresentadas.

Ainda mais, o ensino por investigação pode apresentar problemas de diversas naturezas, podendo eles serem de natureza experimental, não experimental e demonstrações investigativas (CARVALHO, 2013).

Essa grande variedade que uma investigação pode apresentar fornece respaldo para diferentes formas de se enxergar em como se deve elaborar uma situação problema. Havendo desta maneira elementos acentuados por alguns autores em que para outros autores determinados pontos não recebem tamanha relevância, onde não necessariamente são elementos que levem a uma discordância, podendo inclusive serem vistos como complementares quando olhados de forma conjunta.

Entretanto, qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidades aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (CARVALHO, 2013).

Para este trabalho o foco do ensino por investigação é voltado para a experimentação, deste modo os problemas necessitam ser de natureza experimental, onde ainda para Carvalho os problemas de natureza experimental têm em sua característica a exigência de um problema que só possibilita sua resolução por meio da realização do experimento. Visto isso, objetiva-se com os resultados desse trabalho enxergar o alcance dos proveitos oriundos do ensino por investigação não apenas na formação docente como também o reflexo das competências cognitivas trabalhadas por esse método na prática docente.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. GERAL**

- Analisar possíveis contribuições da experimentação investigativa na formação de licenciandos em química de uma instituição de ensino superior pública.

### **1.1.2. ESPECÍFICOS**

- Investigar as interações de licenciandos em química com os aspectos da a experimentação investigativa em turmas de Físico-Química (L3) de uma instituição de ensino superior pública;
- Identificar como estudantes de um curso de licenciatura em química percebe a transição de um roteiro tradicional de experimento para outro com abordagem investigativa;
- Verificar como uma abordagem experimental investigativa utilizando conteúdos de eletroquímica podem favorecer um papel mais ativo aos estudantes.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino por investigação ou inquiry surge a partir das ideias de John Dewey na América do Norte no início do século XX. O cenário histórico onde Dewey estava inserido, constava com a grande Crise Econômica de 1929, com a quebra da bolsa de valores de Nova Iorque, onde o governo se via obrigado a adotar medidas governamentais a fim de minimizar o desemprego em meio a um cenário de falência fabril. É imerso nesse cenário em que John Dewey, representante do movimento progressista, expõe suas ideias sobre um ensino que guiasse para a construção de uma sociedade mais democrática e humanizada, onde nas palavras de Dewey “a Ciência é mais que um corpo de conhecimento a ser aprendido; é, também, um processo ou método para aprender”. (ANDRADE, 2011; BARROW, 2006 apud CLEMENT, 2015)

É então, que a partir dessa concepção de Dewey sobre como a ciência pode ser um elemento para promover a aprendizagem onde ele desenvolve um modelo de ensino para o ensino de ciências na educação secundária dos EUA. Onde ainda passou por uma revisão de sua interpretação sobre método científico até chegar na sua proposta final para esse modelo de ensino, proposta essa que constava com uma visão sobre o método científico que fosse condizente com a realidade intelectual e de vivência desses alunos a fim de que se tornassem mais ativos (BARROW, 2006 apud CLEMENT, 2015).

Para o filósofo a investigação deve nos ajudar a considerar nossas impressões passadas à luz do que estamos aprendendo, iluminando possibilidades e nos ajudando a escolher por qual caminho nos aventurarmos da próxima vez (DEWEY, 1916 apud RODRIGUES, 2008).

Além das influências de Dewey, os acontecimentos se sucederam ao longo do século XX, como a disputa tecno-científica entre os EUA e a União Soviética, estiveram personalidades como o educador Joseph Schwab. Clement (2015) ao

fazer uma tradução sobre Schwab revela que para o educador “os professores devem apresentar a ciência como investigação e os alunos devem usar a investigação para aprender assuntos de ciências”.

Os projetos desenvolvidos durante esse período visavam aproximar os alunos das práticas utilizadas pelos cientistas, tendo assim uma carga experimental muito acentuada. Clement descreve que o objetivo desses projetos era fazer com que os estudantes passassem a pensar como cientistas, experimentando características das atividades deles como: observação, classificação, inferência, controle de variáveis, coleta e interpretação de dados e conclusão. Para os autores Ferreira e Hartwing (2004)

este movimento histórico no ensino das ciências passou a ter o objetivo de transformar o aluno em um mini-cientista através do “método de ensino por descoberta”. (apud RODRIGUES, 2008)

No entanto, esses projetos sofreram grandes críticas, tendo em vista que os projetos apresentavam uma ciência outrora neutra, onde os críticos apontavam que desta forma o ensino não iria conferir habilidades que proporcionam os estudantes a enfrentar os diversos problemas que enfrentam na vida (DEBOER, 2006 apud CLEMENT, 2015).

Os Estados Unidos financiaram um projeto na segunda metade do século XX com a finalidade de avaliar o status da educação científica dentro do país. O projeto intitulado “Project Synthesis”, revelou que a utilização do termo “investigação” estava sendo empregado pela comunidade de pesquisa com um aspecto dual, em momentos para se referir a investigação como conteúdo e em outros momentos como técnica de instrução. O que promoveu o não estabelecimento de um sentido claro para o termo (RODRIGUES, 2008).

A partir dessas críticas que o ensino de ciências toma um novo significado e passa a ter um caráter voltado para a alfabetização científica, tendo assim um caráter mais amplo. Onde ao fazer Clement uma tradução de DeBoer (2006) descreve que nas palavras do autor a Alfabetização Científica

[...] incluía uma compressão do conteúdo de ciências pelo seu valor cultural, disciplinar e intelectual e para a sua aplicação no

dia-a-dia para auxiliar na tomada de decisão e resolução de problemas.

É a partir de então que o ensino de ciências passa a ter caráter de resolução de problemas significativos sociais, e não apenas habilidades de raciocínio.

Rodrigues (2008) apresenta que para esse momento da história do ensino por investigação se objetivava que se pudesse conjugar os aspectos culturais, disciplinares e intelectuais, habilidades para aplicar o conhecimento científico na resolução de problemas tanto para o estudante quanto para a sociedade e ainda motivar o estudante.

O NSES (National Science Education Standards), apresentado no NRC (National Research Council, 1996), apresenta a investigação como sendo as diversas maneiras como os cientistas estudam e apresentam evidências sobre o mundo natural, e também, investigação vem a ser a forma como os estudantes compreendem como os cientistas estudam o mundo natural, a formas como as atividades desses estudantes corroboram para a construção e compreensão das ideias científicas (CLEMENT, 2015).

No Brasil a temática do ensino por investigação vem sendo apresentado pelo documento do PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e na versão PCN+. No qual foram baseados a partir das traduções dos projetos desenvolvidos nos Estados Unidos. A versão PCN+ apresenta os seguintes objetivos para as atividades de investigação destinadas ao ensino médio

- Identificar em dada situação problema as informações ou variáveis relevantes possíveis estratégias para resolvê-las.
- Identificar fenômenos naturais ou grandeza em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades invariáveis e transformações. (BRASIL, 2002, p. 32, apud ZOMPERO e LABURÚ, 2016).

Zompero e Laburú (2016) ressaltam que diferente dos objetivos para o ensino por investigação da década de 1960, que estavam relacionados a formação de novos cientistas, o caráter apresentado na atualidade para o ensino por investigação se direciona para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, habilidades

procedimentais como elaboração de hipóteses, coleta e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade argumentativa.

### **2.1.1. SITUAÇÃO PROBLEMA**

Situações problemas vem a ser um componente de extrema importância para o ensino por investigação, pois toda e qualquer vertente do ensino por investigação dar-se início com a apresentação de uma situação problema. Uma situação problema então caracteriza-se como um cenário no qual os elementos se apresentam a gerar uma situação intrigante para aqueles que o confrontam, onde ao se confrontar este cenário as lacunas existentes não possam ser solucionadas de imediato.

Para Meirieu (1998), situação problema é uma situação na qual se propõe ao sujeito a realização de uma tarefa, onde para realizar essa tarefa o autor se refere a uma aprendizagem precisa, que deve ser alcançada pelo indivíduo, o autor expõe que o verdadeiro objetivo de uma situação problema consiste nessa aprendizagem que é proveniente da transposição dos obstáculos a fim de chegar na solução para a tarefa proposta.

Macedo, citado por Lima (2016), diz que uma situação problema está diretamente relacionada ao cotidiano, de forma dinâmica e aberta em um universo fantástico e problemático que é a vida, tendo como foco principal a contextualização, apresentando um recorte da vida real.

Segundo Perales Palacios (apud ZOMPERO e LABURÚ, 2016), um problema pode ser definido genericamente como qualquer situação prevista ou espontânea que produz certo grau de incerteza e uma conduta que busca solução.

Conforme Nuñez et al. (apud LIMA, 2016), uma situação problema é considerado como “estado psíquico de dificuldade intelectual” no indivíduo, proveniente de uma tarefa desconhecida, na qual com os atuais meios que dispõe não é capaz de resolver ou explicar, ainda que os meios que dispõe contenham partes que possibilitam a compreensão da situação problema e como realizar a solução.

Há um consenso entre os autores no que diz respeito à natureza do que vem a ser uma situação problema, e que o caminho para a busca da solução do problema deve representar um amadurecimento das habilidades cognitivas dos indivíduos. A respeito disso afirma Carvalho:

Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013, p. 2).

Meirieu (1998) em sua apresentação do que seria uma situação problema entende como necessário destacar elementos dos quais considera serem fundamentais para a configuração de uma situação problema, onde são apresentados em seis pontos, que são:

- É proposto a realização de uma tarefa;
- É necessário a transposição do obstáculo para a realização da tarefa;
- A transposição do obstáculo deve representar um estágio mais elevado do desenvolvimento cognitivo do sujeito;
- O verdadeiro objetivo de cognição do educador deve ser o obstáculo a ser transposto;
- Um sistema de restrições deve estar explícito na tarefa para que os sujeitos não executem o projeto sem enfrentar os obstáculos;
- Para que os sujeitos vençam os obstáculos devem lhes ser fornecidos os recursos para este fim (materiais e instrumentos).

## **2.2. EXPERIMENTAÇÃO**

A experimentação vem sendo ao longo dos anos um artifício metodológico ligado a despertar interesse, apresentar um fenômeno e exemplificar conceitos no ensino de química (ciências) (GUIMARÃES; HODSON, apud PRSYBYCIEM, 2018). “As primeiras incursões referentes a experimentação foram realizadas devido à necessidade humana de compreender a natureza” (GIORDAN, apud GONDIM e MÓL, 2007).

O surgimento da experimentação como se conhece hoje em dia ela surge derivada do advento do "método científico", quer por sua vez foi resultado de processos históricos sociológicos acontecidos entre os séculos XIV e XVII, onde dentro desse período a Europa passa por duas grandes revoluções que contribuíram consideravelmente para o surgimento do método científico, o Renascimento e a Reforma (GONDIM e MÓL, 2007).

A contribuição de Francis Bacon (1561-1626) no século XVII para a elaboração do método científico veio da sua percepção acerca da necessidade de se substituir uma simples observação, como era feita por Aristóteles (322-384 a.C.), por uma observação efetuada em circunstâncias padronizadas por intermédio de procedimentos protocolados (TOLEDO; FERREIRA, apud LEAL, 2019).

Strathern (apud GONDIM e MÓL, 2007) expõe que a partir das aplicações das análises matemáticas aos problemas de física deram origem a ciência experimental moderna, com isso tornou-se possível avaliar eventos práticos, eventos similares poderiam ser comparados e, se houvesse correspondência entre os mesmos, leis poderiam ser formuladas.

Quanto a química como ciência, tem desde de seus primórdios a associação a atividades práticas e laboratoriais, antes mesmo de alcançar o status de atividade acadêmica, sendo até os dias de hoje vista como uma ciência experimental, sendo vista muitas vezes como suporte para outras áreas já consolidadas dentro da comunidade científica. Estando ela então inicialmente associada aos estudos da medicina, da farmacêutica e posterior ao da metalurgia (SOUZA, 2018). Onde essa visão empírica alcança até os alunos desde seus primeiros contatos com essa ciência, proveniente das mídias digitais.

Os trabalhos de ensino em laboratório de Liebig durante o início do século XIX, que o fizeram ficar bastante conhecido e procurado durante sua época, não consistiam em aulas demonstrativas ou de redescoberta, mas sim, estava centrada em proporcionar o aprendizado a pesquisa em química (MAAR apud SOUZA, 2018).

No entanto, Reid e Shah (2007) apontam que ao final do século XIX, mesmo com a grande relevância que as habilidades práticas tivessem empregado grande relevância para a época, com o fim da Primeira Guerra Mundial, o ensino em

laboratório continuou sendo demonstrativo e com o intuito de reafirmar o que já se tinha conhecimento (SOUZA, 2018).

A autora Souza (2018), apresenta que durante a década de 60, para o ensino de química a experimentação se centrava, ou seja, objetivava o desenvolvimento de três grandes competências. São elas:

- 1- Saber selecionar e hierarquizar variáveis segundo critério de pertinência para a compreensão dos fenômenos;
- 2- Controlar e prever seus efeitos sobre os eventos experimentais e
- 3- Encadear logicamente sequências de dados extraídos de experimentos. (SOUZA, 2018, p. 18).

Em suma, trata-se da aplicação do método científico dentro de sala de aula.

Desta forma expõem os autores Hodson, Silva e Nuñez (apud GONDIM e MÓL, 2007), que quando se trata da aprendizagem de conceitos a partir do método científico, os estudantes ao realizarem experimentos individualmente, apresentam uma compreensão distorcida da metodologia científica, onde as ações são baseadas em um roteiro a ser seguido.

### **2.2.1 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA**

Falar de experimentação investigativa é pensar sobre os graus de liberdade que as atividades experimentais proporcionam em comparação às atividades experimentais investigativas. Os graus de liberdade influenciam diretamente no comportamento dos professores e dos alunos ao tentarem realizar as atividades. A respeito dessa temática, Carvalho (2018, p. 768) apresenta uma tabela contendo os graus de liberdade do professor e dos alunos diante de uma atividade investigativa dividida em cinco níveis de liberdade. Segue a tabela contendo os graus de liberdade apresentados pelo quadro 1:

Quadro 1: Tabela contendo os graus de liberdade para o professor e para o aluno, referente a atividades experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P/A	P/A	A	A
Plano de Trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Observação de Aula	A	A	A	A	A
Conclusão	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: CARVALHO (2018, p. 768)

Onde temos então que o Grau 1 corresponde ao mais baixo grau de liberdade que uma atividade experimental poderia admitir, sendo atribuído ao aluno apenas a obtenção de dados. E seguindo esse raciocínio, o Grau 5 representaria uma atividade experimental com o máximo grau de liberdade, ou seja, o maior estágio de autonomia, maior participação ativa que o indivíduo poderia estabelecer em sua atuação na busca pelo aprendizado. Onde a apresentação do problema é proveniente do aluno, ou seja, o aluno é responsável pela escolha do problema que se deseja investigar, a proposição da hipótese, bem como a busca e sistematização do plano de ação, a obtenção dos dados, obtenção está que está intimamente ligada às etapas anteriores. E por fim, o papel da conclusão não se restringe apenas ao aluno, mas juntamente ao professor e aos demais colegas.

A respeito dos Graus de Liberdade expostos, Carvalho (2018), exprime que as atividades investigativas que hoje são empregadas para os alunos de Ensino Fundamental e Ensino Médio se enquadram no Grau 2 e que as atividades de Grau 5 são mais comuns em cursos de Pós-Graduação.

Para Suart (apud PRSYBYCIEM, 2018), na experimentação investigativa o aluno desenvolve a capacidade de trabalho em equipe, o senso crítico, onde dessa forma lhe proporciona conhecer e vivenciar como é o trabalho de um cientista.

Conforme Gondim e Mól (2007) A experimentação investigativa favorece as relações entre os níveis fenomenológico e teórico das ciências e também o surgimento de discussões dialógicas entre estudantes e entre esses e o professor.

Para os autores Barberá e Valdés (apud Gondim e Mól, 2007), expõem que no ensino Universitário deveria ser priorizado o aprender a fazer ciência durante os trabalhos de laboratório, pois a objetividade desse nível de ensino é a formação de

cientistas com capacidades investigativas. Esses mesmos autores pontuam que embora se tenha esse objetivo, nesse nível de ensino é onde se apresenta maiores problemas relativos à experimentação, proveniente da falta de exploração do papel investigativo.

Leal (2019), apresenta cinco pontos em que busca destacar elementos associados ao trabalho científico no qual o professor em conjunto com os alunos deve buscar favorecer a aprendizagem frente a abordagem experimental investigativa, são eles:

1. Um trabalho prévio com fundamentação teórica específica e contextualização do tema que se pretende explorar;
2. Um trabalho prévio no laboratório ou ambiente em que se pretenda desenvolver a experimentação, que vise a familiarização dos alunos com os equipamentos, vidrarias ou procedimentos experimentais;
3. Iniciar a atividade principal de investigação a partir de uma pergunta elaborada pelo aluno ou pelo professor;
4. Possibilitar aos estudantes que desenvolvam a atividade, observem, anotem, elaborem hipóteses e as testem, refaçam o experimento na íntegra ou adaptações, nesse caso, o professor deve ser consultado para ver se a adaptação é segura para ser conduzida;
5. Há um momento de socialização dos resultados entre os alunos de diferentes grupos e discussão geral para conclusão.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa foi qualitativa e interativa que segundo Flick (2009), dirige-se à análise de casos concretos em suas peculiaridades locais e temporais, partindo das expressões e das atividades das pessoas em seus contextos locais.

A pesquisa foi desenvolvida em turmas de Físico-Química L3, onde atualmente nesta disciplina os experimentos são desenvolvidos com roteiros tradicionais que devem ser seguidos para encontrar resultados esperados sem que o estudante seja desafiado a testar suas próprias hipóteses. Nesta pesquisa serão analisadas as interações dos licenciandos com os aspectos da experimentação investigativa bem como as contribuições para a formação docente.

O primeiro momento da pesquisa se dá, a fim de facilitar a compreensão desses licenciandos, na leitura e discussão de textos que tratam de experimentos com uma abordagem investigativa com o objetivo de serem comparados aos experimentos com roteiros tradicionais.

Foram selecionados quatro textos para serem trabalhados por meio de leituras individuais e orientadas, seguidas de discussões em grupo. Desta forma, o texto 1 de Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) foi selecionado por relatar uma abordagem investigativa para o experimento da determinação do teor de álcool na gasolina que pode ser facilmente realizada com estudantes do 1º ano do ensino médio. O texto 2 de Gondim e Mól (2007) foi selecionado por relatar uma proposta de aulas experimentais investigativas com estudantes ingressantes no curso de licenciatura em química. O texto 3 de Monteiro et al. (2019) foi selecionado para discutir as potencialidades didáticas de uma atividade experimental investigativa sobre ácidos e bases desenvolvida em uma turma do segundo ano do ensino médio. O texto 4 de Carvalho (2013) foi selecionado para abordar o ensino por investigação em sala de aula. Ele aborda a proposição de sequências de ensino por investigação (SEI). A autora afirma que a SEI deve se iniciar por um problema, podendo ser de natureza experimental ou teórica, mas contextualizado. Argumenta também que é no

momento da contextualização que os estudantes sentem a importância da aplicação do conhecimento.

Em complemento a este primeiro momento, foi ministrada uma aula sobre a confecção de uma situação problema, com a finalidade de dialogar com os alunos sobre suas dúvidas a respeito do tema e esclarecer pontos relevantes sobre as características pertencentes ao tema. Neste ponto a aula ocorreu de forma distinta para as turmas de 2021.1 para a de 2021.2. diferença essa presente em decorrência da retomada das aulas presenciais. Onde durante a suspensão das aulas presenciais para a turma 2021.1 a aula ocorreu de forma remota por meio de videoconferência utilizando a ferramenta “Google Meet” da Google, já a turma de 2021.2 a apresentação se deu no presencial em sala de aula.

Desta forma a aplicação para as turmas da tarde e da noite, onde foi estabelecida uma conversa dialogada com a finalidade de identificar os conhecimentos dos licenciandos acerca do que eles entendem sobre situação problema. Partindo desse ponto, os alunos foram convidados a ir ao quadro apresentar em uma palavra o que eles achavam que seria situação problema ou mesmo algo que tivesse relação com situação problema.

Onde a partir desse momento surgiu a construção coletiva de conceito para situação problema, partindo de uma nuvem de palavras construída pelas turmas ao longo da aula. Os Conceitos alcançados pelos licenciandos foram confrontados com os conceitos apresentados pelos autores como, Carvalho (2013), Clement (2015), Meirieu (1998), a fim de identificar se eles conseguiram alcançar dimensões coerentes com o exposto pelos teóricos da área.

A partir dessa nuvem de palavras inicial foi iniciado uma construção geral para o conceito de situação problema. Houve então a formulação de conceitos pertinente a situação problemas.

Em seguida com o auxílio do slide o diálogo teve continuidade, de modo que, foram abordados os aspectos característicos das situações problemas, para assim sancionar dúvidas a respeito de como deveriam se orientar no momento em que fossem construir ou identificar para resolver uma situação problema.

O segundo momento foi estabelecido pelas aulas práticas, aulas essas nas quais foram abordadas pela perspectiva investigativa experimental. Onde foi composto por duas situações problemas previamente elaboradas e de autoria do pesquisador, que foram pensadas para contemplar uma atividade investigativa de Grau 4, conforme apresentado por Carvalho (2018).

As aulas práticas ocorreram em dois encontros, onde em cada encontro fora apresentado uma das situações problemas que se segue na Tabela 1.

Tabela 1: Situações Problemas utilizadas nas aulas práticas

SP1-

Um professor de eletroquímica ao ser convidado para apresentar o conteúdo de pilhas eletroquímicas para uma turma do segundo grau, tem a ideia de montar um sistema de associação de pilhas com materiais alternativos de modo a gerar uma corrente suficientemente para promover a eletrólise da água. Para esse fim ele separou os seguintes materiais: tomates, batatas, energético, limões e uvas.

SP2-

Um aluno do curso de licenciatura em química se pega refletindo ao deparar-se com o consumo exagerado de água de uma máquina de lavar roupas, o que lhe levou a se questionar se seria capaz de forma eficiente tratar aquela água a fim de torná-la adequada para a realização da mesma tarefa. Se este aluno optar pelo caminho eletroquímico, ele dispõe dos seguintes materiais: ferro, zinco, cobre e grafite.

Fonte: Própria

As aulas práticas se iniciaram com os alunos se subdividindo em grupos e com a apresentação da situação problema, onde a SP1 corresponde a que foi apresentada na primeira aula e a SP2 na segunda, deste modo os grupos leram e discutiram entre si. Após essa leitura os grupos foram questionados se haviam entendido qual o problema apresentado, para que dessa forma eles estivessem

aptos a partirem para as etapas seguintes, buscarem suas hipóteses e testarem elas.

Desta forma, à medida que os grupos iam interagindo com a sua investigação, cada grupo era questionado a respeito do que estava realizando, com intenção de retirar deles uma argumentação. Esses questionamentos se demonstravam também com o objetivo de identificar se os grupos estavam se direcionando no caminho apropriado para a resolução do problema ou se estavam “presos em algum obstáculo”.

Na sequência o terceiro momento, foi requerido aos grupos que elaborassem um relato sobre a vivência deles durante a realização da aula prática, juntamente com o relato os grupos realizaram uma breve apresentação no intuito de comunicar o que por eles foi apontado em seus relatos.

E então a partir disso que no quarto momento temos a análise das interações durante a aula prática realizada por meio das observações durante a intervenção juntamente com o registro da aula por meio de gravador de voz, a análise dos relatos escrito por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) e a análise das situações problemas aplicados.

Onde a ATD é uma forma de organizar e analisar dados na pesquisa qualitativa, que permite transitar entre a análise de conteúdo e a análise de do discurso. Copetti *et al* (2020) afirma que a ATD visa compreender um conhecimento a partir de uma investigação e reconstruir aqueles previamente existentes.

Morais e Galiazzi (2006), indicam que a ATD assume características singulares quanto a sua forma de fazer análises, sendo “um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados por unidades de significado.” Onde consiste por momentos de interpretações de significados realizadas pelo pesquisador, a fim de compreender melhor o texto.

O autor Gonçalves (2020) expõe que a ATD constitui-se de três etapas, sendo elas: Unitarização, categorização e comunicação. Sendo assim essas etapas seguem uma sequência cronológica onde se inicia com a unitarização e comina na comunicação. Na etapa da unitarização é realizada a desmembração dos textos em unidades de significado. Na etapa de categorização é efetuado os agrupamentos

das unidades de significado de forma construir categorias de análise semântica. E a terceira etapa, comunicação, consiste na interpretação das categorias e produção do metatexto.

As observações durante a realização da atividade prática foram anotadas e depois transcritas a fim de agrupar e visualizar as semelhanças apresentadas entre os grupos. De modo semelhante, os áudios coletados foram transcritos.

Para a realização da ATD, os relatos foram coletados por escrito, nesse momento receberam-se relatos coletivos referentes a cada grupo. A partir disso, houve uma primeira leitura, seguida de uma outra leitura no momento de transcrição dos relatos para um arquivo com a finalidade de agrupar todos os relatos. Foi então que durante o momento da análise fez-se uma outra leitura demarcando em cada relato, por meio de ferramenta “realce” do software word, os elementos de unitarização a fim de estabelecer as categorias apresentadas pelos licenciandos.

Na sequência as categorias alcançadas foram analisadas, onde buscou-se identificar as subcategorias presentes dentro de cada categoria, para assim sistematizar na construção do metatexto.

As análises das situações problemas elaboradas e aplicadas, partiram de como fora recebida e o que provocou nos licenciandos, nas suas dimensões procedimentais e atitudinais, sendo atentado para os aspectos apontados pelos aportes teóricos, como Suart (2014), Carvalho (2013) e Meirieu (1998). Aspectos esses como, a preocupação com a dificuldade apresentada pelo problema, os conhecimentos prévios dos alunos e se a situação é capaz de despertar interesse nos licenciandos.

Deste modo, todas as etapas da aplicação das Situações Problemas até a análise dos relatos dos licenciandos fazem parte do processo de análise dessa situações problemas.

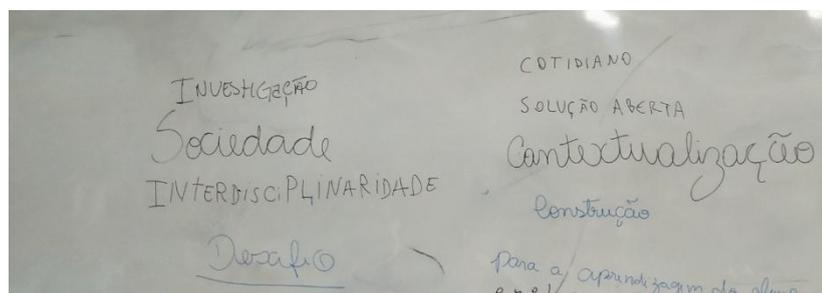
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado foram obtidas duas proposições para definir o que seria uma situação problema, construída de forma coletiva em resposta à intervenção complementar no primeiro momento. Juntamente às observações coletadas durante a intervenção prática, que contou com a organização em forma de 8 grupos no total, juntamente com auxílio dos áudios registrados durante estes momentos. Em seguida, aplicamos a ATD para os 20 relatos coletados.

E por fim, as situações problemas apresentadas foram analisadas, se atento para como os estudantes reagiram ao tentar solucioná-las e se foram capazes de atender as demandas requeridas pelos autores para uma situação problema, em virtude da sua eficiência durante a aplicação, ou seja, a aplicação das situações problemas faz parte do necessário para averiguar se tal é adequada para ser uma situação problema destinada a licenciandos. Desta forma apresentamos as correções para as mesmas a fim de utilizá-la.

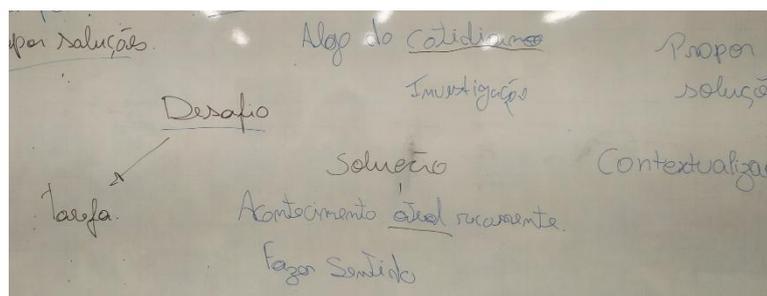
Os licenciandos partiram de nuvens de palavras, apresentadas nas Figuras 1 e 2, para a construção do conceito de situação problema apresentado pela Tabela 2 que se apresenta adiante.

Figura 1: Nuvem de palavras proposta pela turma da tarde



Fonte: Autor

Figura 2: Nuvem de palavras proposta pela turma da noite



Fonte: Autor

Tabela 2: apresentação das duas situações alcançadas

TURMA	CONCEITO CONSTRUÍDO
Tarde	“Cenário contendo um desafio para a aprendizagem do aluno usando a contextualização e a interdisciplinaridade de modo a solucionar um problema social.”
Noite	“Um evento do cotidiano ou hipotético que desafia o aluno a investigar e propor soluções.”

Fonte: Própria

É possível perceber pelo apresentado na tabela 2 que os dois conceitos construídos para situação problema põe como elemento central a necessidade da realização de uma atividade, onde os licenciandos vieram a chamar de “desafio”. Ao escolher o termo “desafio” é cabível interpretar que os licenciandos quiseram passar a noção de que se trata de algo incapaz de ser solucionado de forma automática e imediata. Essas características se convergem com as apontadas pelos autores,

como Clement (2015), Carvalho (2013), Meirieu (1998) e Pozo (1998), em suas definições para uma situação problema. Ou seja, a compreensão apresentada pelos licenciandos para situação problema está alinhada ao exposto pelos referenciais teóricos.

É notável que os alunos explicitam em sua definição a necessidade desse problema está contido na realidade, ou seja, na cultura desses indivíduos, na expressão de: "usando a contextualização" e "evento do cotidiano ou hipotético". A respeito dessa ressalva Clement e Carvalho advogam, que uma situação problema precisa necessariamente está inserida no universo dos alunos que irão interagir com ela, a fim de estimulá-los no sentido da resolução da atividade proposta.

Os resultados provenientes da participação na atividade prática experimental investigativa se iniciam com as observações coletadas a partir do comportamento dos licenciandos em suas ações de busca pela resolução da situação problema, ou seja, o comportamento, as ações e as argumentações provenientes do momento de realização da atividade também fazem parte dos resultados para essa pesquisa. Pois como apontado pelos autores Barberá e Valdés (apud Gondim e Mól, 2007) sobre a relevância dos alunos da educação superior terem propriedade nas atividades científicas laboratoriais.

Então dessa forma os resultados envolvendo a experimentação investigativa estão situados em dois momentos, onde o primeiro deles está contido pelos aportes oriundos das observações coletadas durante a ação prática. E o segundo da análise dos relatos produzidos posterior as atividades práticas.

- Observações durante a prática

O quadro 2 apresentado a seguir aponta os comportamentos observados nos grupos de licenciandos ao longo da vivência em experimentação investigativa para as SP's 1 e 2.

Quadro 2: comportamentos observados durante as práticas

- Dificuldades de manusear os materiais apresentados. Ex.: Multímetro e eletrodos;
- Dificuldades em utilizar conhecimentos de outras áreas;
- Inicialmente demonstraram não saber como iniciar a experimentação;
- Baixo manuseio de variáveis;
- Demonstraram acessíveis ao trabalho em equipe;
- Demonstração boa correlação entre os fenômenos observados com os conceitos atrelados;
- Em relação a SP 2 diferentemente da SP 1, os alunos estavam mais calmos e mais sistemáticos em relação a esfera atitudinal, ou seja, conseguindo discernir de forma mais lógica ordenar seus planos de ação e o manuseio dos aparelhos e reagentes.

A partir do exposto no quadro 2, nota-se que aos licenciandos entrarem no laboratório e não se depararem com um roteiro de realização, lhes causou um certo atordoamento, uma estranheza, que pode ser observado em seus comportamentos de não saberem por onde devem começar a atividade, juntamente com a dificuldade em manusear os materiais. Essas características vêm a ser interpretada como uma dependência gerada pelo uso dos roteiros tradicionais ao longo do curso, dependência essa que tira dos licenciandos a oportunidade de desenvolver o hábito de pensar em seus planos de ações.

Levando os alunos a serem desmotivados a pensarem fora da sistematização pelos roteiros tradicionais, surge o comportamento de não atentarem para o manuseio das variáveis, pois se preocupam em chegar ao fim do experimento, não atentando para o fato de que entender como o fenômeno se comporta quando se mudam as variáveis é o que lhes deram respaldo para compreender melhor o fenômeno.

Da aplicação da primeira para a segunda situação problema, notou-se que os licenciandos já se posicionaram mais seguros e tranquilos quanto aos seus comportamentos frente ao problema apresentado e a construção de seus planos de ação. Esse fato nos revela que gradativamente os alunos começam a se apropriar

das dimensões investigativas atreladas a essa prática e exercitando cada vez mais ação de passarem da esfera fenomenológica para a esfera conceitual, como atribui Gondim e Mól (2007) para a experimentação investigativa.

Ainda sobre as observações durante a realização da atividade experimental investigativa, segue apresentado no Quadro 3 o diálogo entre o pesquisador e um grupo de licenciandos referente a situação problema 1.

Quadro 3: Diálogo entre Pesquisador e um grupo de licenciandos durante a realização da SP1

Alunos: - O problema agora é que uma solução que faça funcionar, porque tensão tem...

Pesquisador:- Vocês estão trabalhando com quanto de tensão?

Alunos:- 2,54, é mais do que o suficiente, o problema é a solução

Pesquisador:- Será que o problema é de fato a solução? [...] vocês estão tentando eletrolisar a partir de qual solução?

Alunos:- Estamos testando com água, mas antes tínhamos testado com ácido sulfúrico 1 molar, então em tese, deveria...

Pesquisador:- Deveria promover a eletrólise da água?

Alunos:- Da água? Não. Como vai ser da água se não tem água ali?

Pesquisador:- Se a solução é 1 molar, ela está diluída em que?

Alunos:- Ah, não. Sim, sim, entendi...

Pesquisador:- Então você tem uma grande concentração de íons ali...

Alunos:- Justamente.

Pesquisador:- Pessoal, pra uma pilha funcionar ela precisa de que?

Alunos:- Uma diferença de potencial para ocorrer um fluxo de elétrons ali.

Pesquisador:- Então, vocês têm potencial, pra promover está atividade...

Alunos:- Mas teria que saber se acorrente é suficiente pra promover, ok, entendi...

Através do exposto no quadro 3 é possível notar as transposições de alguns obstáculos pelo grupo de estudantes quando questionados a respeito pelo pesquisador, também é notável que o necessário para essa transposição parte dos próprios alunos, que ao serem questionados se põem em uma postura reflexiva sobre sua esfera conceitual e essa reflexão os proporciona identificar o caminho para a esfera procedimental, onde a recíproca também ocorre.

Gondim e Mól (2007) atribui esse tipo de comportamento ao se referir às discussões dialógicas, de modo que esse elemento ocorre entre os alunos e entre aluno e professor. O diálogo apresentado também aponta que os licenciandos foram bem receptivos a essa prática. Bem como ao longo das interações entre os membros dos grupos essa característica pode ser observada.

Essa também demonstra uma competência almejada por Suart (2014), para trabalhar com a experimentação investigativa, com ênfase na forma de promover o trabalho em equipe.

O diálogo nos revela que o papel da presença do professor dentro da experimentação investigativa atrelado com a postura de não fornecer respostas diretas aos alunos, mas sim fornecer questionamentos que possibilitem a reflexão e a busca das respostas pelos próprios alunos, podendo assim contribuir para o amadurecimento do senso crítico (SUART, 2014; LEAL, 2019; GONDIM e MÓL, 2007).

Desta forma possibilita que os licenciandos se posicionem de forma mais ativa dentro da atividade, que confrontam os obstáculos, que utilizem seus conhecimentos, ou seja, incentiva os licenciandos a pensarem não apenas nos conceitos como também em suas ações durante a realização da investigação. E essa é uma característica bem evidenciada por Meirieu (1998), quando ele diz em um de seus seis pontos essenciais para uma situação problema, é que o foco principal do educador para a situação problema é que os alunos sejam capazes de transpor os obstáculos presentes.

Carvalho (2010, p. 70), se posiciona a favor dessa prática, que por ela é chamada de “interação construtiva entre professor e aluno”, a autora relata ainda

mais que esse tipo de ação é o que contribui para que os indivíduos alcancem os objetivos.

A natureza do diálogo também entra em conformidade com o que os autores Monteiro et al (2019) fala a respeito:

Entendemos como oposição ao tradicionalismo nas aulas de laboratório, o fato de o professor abandonar o roteiro seguindo passo a passo e promover uma discussão sobre os resultados encontrados, sejam eles errados ou certos. Dessa forma, os alunos podem desenvolver uma visão mais esclarecida da ciência (MONTEIRO, 2019, p. 228).

Está também é uma característica ressaltada por Sasseron (2013), apontando para o fato de a atividade de propor atividades investigativas exigir do professor um perfil de questionamento, fazendo perguntas sobre os comentários dos alunos, trazendo-os sempre para o centro da investigação e mantendo sempre em vista os objetivos pedagógicos (MONTEIRO et al, 2019, p. 231).

- Análise dos relatos

A aplicação da ATD para os vinte relatos textuais coletados pode se construir a Tabela 3 apresentada a seguir:

Tabela 3: Caracterização dos relatos textuais

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Exemplo de unidade</b>
	Oxirredução	“processo no qual um metal sofre oxidação e outro sofre uma redução através da troca de elétrons” “[...]através da troca de elétrons”
		“um sistema onde uma placa de zinco e uma placa de cobre

Conceitos de eletroquímica	Pilha	interligados por fios de cobre à um limão” “é um sistema eletroquímico espontâneo no qual a energia química é transformada em energia elétrica [...]”
	Associação de pilhas em série	“um sistema eletroquímico em serie por mais que haja aumento na voltagem [...]” “sua corrente é a mesma de uma única pilha.”
	Associação de pilhas em paralelo	“No arranjo em paralelo a tensão global do circuito equivale à tensão individual de cada pilha, contudo a corrente é aumentada devido à soma das correntes de cada ramal [...]”
	Ânodo	“(polo negativo) do multímetro [...]” “o de zinco como ânodo [...]”
	Cátodo	“(polo positivo) do multímetro [...]” “o cobre como cátodo.”
	Eletrólito	“O limão é ácido, tem em seu meio cátion $H^+$ e também ânions, formando assim uma solução condutora de elétrons.”
	Investigação	“A partir de todo o procedimento experimental foi possível compreender de forma clara as interferências nos processos eletroquímicos, além da influência dos tipos de sistemas elétricos para obtenção da voltagem e formação de corrente [...]”

Características da metodologia ativa		“Logo, tentamos utilizar uma sequência em série para que a tensão aumentasse [...]”
	Zona de desenvolvimento proximal (ZDP)	<p>"Fortalecimento da pesquisa e estudos, por meio da troca direta de informações com o outro."</p> <p>“discutimos em conjunto e chegamos à conclusão [...]”</p> <p>“Após alguns questionamentos entre o grupo e o levantamento do monitor de alguns pontos para se pensar, conseguimos chegar à concepção [...]”</p>
Experimentação Investigativa	Interpretação de dados observados	<p>“0,8V, voltagem baixa da mínima necessária para a realização da eletrólise”</p> <p>"Teve a capacidade de gerar uma tensão de 1,23V registrada no multímetro, essa tensão seria capaz de realizar a eletrólise da água."</p> <p>"Acreditamos que a corrente seria mais importante pelo fato que os três em paralelo conseguiram promover a eletrólise da água e a tensão estava bem abaixo daquela vista como necessária."</p>
	Construção de Hipóteses	<p>“se as células forem conectadas em paralelo, com intuito de aumentar a corrente e diminuir a ddp, terá corrente elétrica suficiente para realizar a eletrólise?”</p> <p>“seria possível realizar o mesmo procedimento com eletrodo inerte?”</p>

		“se o sistema do outro grupo foi relevante para o êxito do procedimento[...]”
--	--	---

A tabela 3 apresenta, que a partir da ATD, três categorias representacionais foram mais evidenciadas dentro dos textos produzidos pelos licenciando, ou seja, essas três categorias foram as mais recorrentes em suas produções, sendo elas, os conceitos de eletroquímica, características de metodologias ativas e a experimentação investigativo. Onde cada uma dessas categorias pôde ser observada na presença das suas subcategorias, podendo cada categoria ter mais ou menos representações em suas subcategorias e esse fato se dá a como os licenciandos atribuíram seus critérios para se posicionarem na construção de seus relatos.

Visto que, a baixa presença de subcategorias nas categorias referentes aos aspectos de metodologias ativas e experimentação investigativa é um reflexo do quão fora da linha de pensamento estão essas categorias, ou seja, ao longo das atividades tradicionais de laboratório, se é requerido a elaboração de relatórios, relatórios esses centrados na exposição da categoria conceitual, não oferecendo espaço para que os mesmos reflitam sobre suas interações e como elas contribuíram para o progresso da atividade e na construção dos conceitos apresentados.

Olhando para a categoria dos conceitos de eletroquímica a ATD, nos revela, que mediante a aplicação da atividade experimental investigativa, os licenciandos puderam acessar e articular em suas produções textuais os conceitos da ciência estudada, não distanciando o processo de aprendizagem da sua esfera conceitual.

A categoria da metodologia ativa, apresenta as características que os licenciandos demonstram acessando elementos destoantes das características apresentadas pelo ensino tradicional, articulando não apenas o conteúdo pelo conteúdo, mas desenvolvendo argumentação permeando elementos vindos da ZDP e ações de caráter investigativo, como a reflexão em função de suas ações, em confronto com um problema.

Já a categoria da experimentação investigativa, mesmo não apresentando todas as subcategorias que compõem essa metodologia, identificou-se que os licenciandos começaram a cultivar o aspecto de partirem da proposição de uma hipótese para seguir os seus planos de ação e frente as observações conseguiram refletir sobre os dados coletados e propor uma justificativa, justificativa essa que podemos chamar de interpretação dos dados observados. Ou seja, há indícios da transposição da esfera procedimental para a esfera conceitual. Sendo está bem acentuada pelos autores como Gondim e Mól (2007), Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), em função do papel da experimentação aplicada ao ensino apontando que tanto a experimentação quanto a experimentação investigativa estão para além da experimentação pela experimentação e o conceito pelo conceito.

Para além das dimensões que podem ser observadas pela análise da ATD, os relatos também apresentaram equívocos conceituais pelos licenciando, equívocos esses tais como: “Já na associação em paralelo, a tensão aplicada superou este valor, permitindo a ocorrência da eletrólise da água”; “uma variação na corrente, ela aumenta, o que causa uma melhor resistência para a passagem da corrente elétrica [...]”

Esses equívocos estão relacionados a como o distanciamento de refletirem sobre os conceitos adquiridos em outras cadeiras do curso com as atividades por eles vivenciados ou muitas vezes já apresentados para eles sem haver a necessidade de interpretarem e correlacionarem.

A presença desses equívocos é uma resposta ao comportamento reflexivo presente na atividade, como o recomendado por CARVALHO (2013), ou seja, são tentativas de passar da ação manipulativa para a ação intelectual. Tal processo não demonstra ser algo trivial, pois exige propriedade na realização de tais ações.

Com a aplicação das situações problemas elaborados pelo pesquisador, pode se por ateste a eficácia das mesmas, então após aplicação frente aos resultados obtidos e refletindo sobre, segue apresentada pelo Quadro 3 as Situações problemas alteradas.

#### Quadro 3: Situações problemas retificadas

SP1\*-

Um professor de eletroquímica ao ser convidado para apresentar o conteúdo de pilhas eletroquímicas para uma turma do segundo ano do Ensino Médio, tem a ideia de tentar montar uma pilha ou um sistema de associação de pilhas com materiais alternativos para tentar desprender hidrogênio de uma amostra de soro caseiro. Para esse fim ele dispõe os seguintes materiais: tomates, batatas, energético, limões, laranjas, placas metálicas de ferro, cobre, zinco, alumínio e alguns fios de cobre. Mediante os materiais disponíveis e os conhecimentos de eletroquímica como seria possível o professor realizar a atividade proposta, a fim de preparar sua aula?

SP2\*-

Um aluno do curso de licenciatura em química se pega refletindo ao deparar-se com o consumo exagerado de água de uma máquina de lavar roupas, o que lhe levou a se questionar se seria capaz de forma eficiente tratar aquela água a fim de torná-la adequada para a realização da mesma tarefa utilizando o material mais eficiente. Se este aluno optar pelo caminho eletroquímico, ele dispõe dos seguintes materiais: ferro, zinco, cobre, grafite, fios de cobre e uma fonte elétrica. Seria possível esse aluno encontrar êxito na sua busca?

A mudanças operadas nas situações problemas, surgiram em resposta ao comportamento expressado pelos licenciandos ao interagirem com as situações problemas iniciais, apontando os elementos que requer de nós atenção, onde eles apresentaram sinais de desmotivação e desinteresse por considerarem o grau de dificuldade dos obstáculos relativamente altos para a primeira interação deles com a perspectivas. Os pontos centrais das situações foram mantidos, para que não deixassem de requerer dos indivíduos o que inicialmente era proposto.

Pensar nessas modificações, demonstra concordância com o que foi exposto por Suart (2014), quando ressalta que os problemas apresentados não são demasiados complexos, ao passo que desestimulam os alunos na busca pela solução.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, partindo dos expostos apresentados pelos resultados coletados, tornou-se evidente que os licenciandos passaram a incorporar características oriundas da experimentação investigativa, embora ainda se tenha um longo caminho até que os licenciandos incorporem as características de agir e pensar provenientes da vivência de uma atividade experimental investigativa, no tocante a este ponto pode ser ver que embora com resistência inicial, resistência essa oferecida pelo hábito de realizar atividades não investigativas durante as aulas práticas ao longo do curso e pela novidade de se trabalhar em com uma perspectiva fora do costume, os licenciando começaram a se comportar e tomar uma postura mais ativa à medida que se permitiam fazer parte da investigação.

A contribuição da aplicação da experimentação investigativa nas turmas físico-química L3, demonstrou-se eficiente no sentido de identificar por meio das argumentações dos licenciandos a incorporação dos conceitos científicos ou as deficiências apresentadas na mesma esfera, juntamente com a progressão na esfera procedimental, que inicialmente era bem "tímida" e que gradativamente se tornará mais fluída. Bem como, o diálogo e os questionamentos ao decorrer da realização das atividades oferecem aos licenciandos mais propriedade sobre a sua noção de pertencer ao processo de ensino aprendizagem.

Entende-se com isso, que tendo esses licenciandos esse perfil de mento, não que só fale sobre a Zona de Desenvolvimento proximal, mas a utilize e faça parte dentro de suas práticas docentes, contribuíram para gradativamente incorporar nos futuros professores a experiência de como atuar em suas aulas.

O Ensino por Investigação aplicado às ciências devem dar oportunidade para os alunos errarem e aprenderem com seus erros. Mas para isso os alunos precisam sentir que errar faz parte do processo e que seus professores estão em seu auxílio para acompanhá-los nesse processo e não que estão ali para serem carrascos e puni-los com a presença do erro.

Referente às situações propostas e retificadas de autoria deste pesquisador, atribui-se o status de completa, frente a sujeição a aplicação e resposta das

interações dos licenciandos. O ato de avaliá-la configura a ela um aspecto dinâmico e orgânico, demonstrado que é sempre necessário continuar refletindo, visto que a cada nova aplicação elementos que possam contribuir para sua melhoria nasçam em resposta aos estímulos dos alunos.

Visto isto, ressalta-nos a motivação e o indício para continuar as discussões sobre a temática e a necessidade de que a mesma passe a fazer parte da realidade de licenciandos desde os primeiros contatos com a experimentação durante sua formação.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 23, n. 2, p. 507-522, jun. 2017.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. 2ª reimp. (1ª ed. 2004), São Paulo: Cengage Learning, 2009. p.19-33
- BACH, M. F.; FONSECA, C. V. Aprendizagem Baseada em Problemas Envolvendo a Temática Alimentação: Reflexões Decorrentes de um Estágio em Ensino de Química. #Tear: *Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, Canoas, v.7, n.2, 2018.
- BARBOSA, D. F. S.; ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. As Perguntas do Professor Monitor na Experimentação Investigativa em um Clube de Ciências: Classificação e Organização. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.
- BRICCIA, V.. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. et al. *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. As Práticas Experimentais no Ensino de Física. In CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Física. Coleção Ideias em Ação*. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 53-78.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Brasil: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2018, p. 765-794.

- COPETTI, C. et al. Análise Textual Discursiva em Pesquisas no Ensino de Ciências e Matemática: Caminhos Distintos e Possíveis no Processo de Execução. *Revista de Ensino de Ciência e Matemática*, v. 11, n.3, p. 85-104, 2020.
- CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. A. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. *ALEXANDRIA Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, v.8, n. 1, p. 101-129, maio de 2015.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. e OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, V. 32, n. 2, p. 101 – 106, 2010.
- FERREIRA, S.; CORRÊA, R.; SILVA, Fe. C. Estudo dos Roteiros de Experimentos Disponibilizados em Repositórios Virtuais por Meio do Ensino por Investigação. *Ciência Educação*. Bauru, v.25, n.4, p. 999-1017, 2019.
- FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Abrapec, 2007. Resumo 38.
- GONÇALVES, F. P. Considerações de Natureza Epistemológica Sobre a Análise Textual Discursiva. *Educação*, Porto Alegre, v. 43, n. 1, p. 1-12, 2020.
- LEAL, R. R., SCHETINGER, M. R. C. e PEDROSO, G. B. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/RS. *REnCiMa*, V. 10, nº 6, p. 142-162, 2019.
- MEIRIEU, P. Aprender... sim, mas como? 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- MONTEIRO, P. C. et al. Ácidos e Bases no Cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o Ensino Médio. *Revista Prática Docente*, v. 4, n. 1, p. 227-241, 2019.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

POZO, J. I. (Org). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRSYBYCIEN, M. M. et al. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 17, nº 3, p. 602-625, 2018.

RODRIGUES, B. A. e BORGES, A. T. O Ensino de Ciências por Investigação: reconstrução histórica. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba. 2008.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P; MALDANER. O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí, 2010. Cap. 9.

SOUZA, A. C.; BROIETTI, F. C. D. Planejamento de Aulas Experimentais de Química: Um Estudo na Formação Inicial. Investigação em Ensino de Ciência- v. 23 p. 187-210. 2018.

SOUZA, R. F. Programa de Pós-graduação em Ensino, Educação e Química no Brasil: Análise da Produção Discente sobre a Experimentação no Ensino de Química (2004 a 2013). 2018. 207 f. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SUART, R. C. A experimentação no ensino de química: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E.; SILVA, E. (Org). Tópicos em Ensino de Química. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. p. 63-88.

ZOMPERO, A. F. e LABURÚ, C.E. Atividades investigativas para Aulas de Ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris, 2016.

## **ANEXOS**

ANEXO A – Texto 1: Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010)

### **ENSINO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA CONTEXTUALIZADA**

Resumo:

Neste trabalho, apresentamos resultados obtidos a partir de uma atividade experimental de Química desenvolvida por meio da abordagem investigativa. Os alunos receberam um texto envolvendo uma contextualização e um problema que somente poderia ser resolvido experimentalmente, na completa ausência de qualquer roteiro previamente fornecido. A resolução deveria ser desenvolvida por meio do conteúdo conceitual e procedimental correspondentes, que foram explicados e discutidos antes do experimento. Os alunos trabalharam em pequenos grupos que deveriam propor um procedimento experimental para resolver o problema. Ao término do experimento, redigiram individualmente um relatório com os seguintes itens: título, objetivo, material, procedimento experimental, resultados e discussão e conclusão.

Palavras chave: ensino, atividade experimental, abordagem investigativa

## EXPERIMENTOS INVESTIGATIVOS EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL

### Resumo:

Este trabalho relata uma experiência desenvolvida, no primeiro semestre de 2006, na disciplina Laboratório de Química Fundamental, que é oferecida no primeiro período do curso de licenciatura em química da Universidade de Brasília – UnB, correspondente à parte prática de disciplinas de Química Geral. O foco de tal trabalho consistiu em trabalhar atividades experimentais em diferentes níveis de diretividade, considerando uma escala que leva em conta se o problema, os caminhos e meios e a resposta são dados ou não. Dessa forma, os alunos podem seguir um roteiro no qual até a resposta é dada e no outro extremo trabalhar numa situação na qual apresentamos um problema e os grupos de alunos devem propor metodologias viáveis para investigá-lo, executá-las e encontrar as respostas. Assim, desenvolvemos a percepção dos alunos para diferentes abordagens experimentais e os instigamos a desenvolverem o senso crítico e a criatividade na resolução de problemas químicos.

Palavras chave: experimentos investigativos, química geral, laboratório

## ANEXO C – Texto 3: Monteiro et al. (2019)

### ÁCIDOS E BASES NO COTIDIANO: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO INVESTIGATIVO PARA O ENSINO MÉDIO

#### Resumo:

O presente trabalho teve como objetivo investigar as potencialidades didáticas de uma atividade experimental investigativa sobre ácidos e bases. A atividade foi desenvolvida em uma turma do segundo ano do Ensino Médio. A intervenção pedagógica envolveu reflexão sobre como reconhecer produtos ácidos e alcalinos presentes no dia a dia, a leitura e discussão de um texto sobre origem e características físicas e químicas de substâncias ácidas e alcalinas, realização do experimento utilizando várias substâncias cotidianas de caráter ácido e básico, bem como uma escala de pH preparada com extrato de repolho roxo e soluções aquosas de ácido clorídrico e hidróxido de sódio. Após o experimento, mediante discussão, os alunos, em grupos, responderam questões com vistas à análise dos dados observados. Na sequência responderam individualmente a uma questão que tinha o intuito de verificar a aplicação do conhecimento. Os resultados evidenciam que os alunos tiveram boa compreensão acerca dos conhecimentos desenvolvidos, o que nos leva a concluir que experimentos investigativos, como o discutido aqui, favorecem a aprendizagem de conhecimentos científicos.

Palavras chave: ensino de química, ácidos e bases, experimentação

## ANEXO D – Texto 4: Carvalho (2013)

### O ENSINO DE CIÊNCIAS E A PROPOSIÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS

Alguns referenciais teóricos para a construção de sequências de ensino investigativas

Desde meados do século XX a educação sofre mudanças significativas, seguindo bem de perto as modificações ocorridas em nossa sociedade. A escola, com a finalidade de levar os alunos da geração atual a conhecer o que já foi historicamente produzido pelas gerações anteriores, também foi atingida por tais mudanças sociais. Durante muitos anos esses conhecimentos, pensados como produtos finais, foram

transmitidos de maneira direta pela exposição do professor. Transmitia-se os conceitos, as leis, as fórmulas. Os alunos replicaram as experiências e decoraram os nomes dos cientistas.

Dois fatores modificaram o processo de transferência do conhecimento de uma geração para outra. O primeiro deles foi o aumento exponencial do conhecimento produzido - não é mais possível ensinar tudo a todos. Passou-se a privilegiar mais os conhecimentos fundamentais dando atenção ao processo de obtenção desses conhecimentos. Valorizou-se a qualidade do conhecimento a ser ensinado e não mais a quantidade. O segundo fator foram os trabalhos de epistemólogos e psicólogos que demonstraram como os conhecimentos eram construídos tanto em nível individual quanto social.

Muitos fatores e campos do saber influenciaram a escola de maneira geral e o ensino, em particular, no entanto, entre os trabalhos que mais influenciaram o cotidiano das salas de aula de ciências estão as investigações e as teorizações feitas pelo epistemólogo Piaget e os pesquisadores que com ele trabalharam, como ainda os conhecimentos produzidos pelo psicólogo Vigotsky e seus seguidores. Esses autores mostraram, com pontos de vista diferentes, como as crianças e os jovens constroem seus conhecimentos. [...]