

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE  
*CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA*  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E HUMANIDADES

---

**A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE QUÍMICA EM  
ESCOLA PRIVADA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ – AM**

LUCÉLIA RODRIGUES DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Jorge Almeida de Menezes

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Amazonas, no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades.

Humaitá – AM  
2020

LUCÉLIA RODRIGUES DOS SANTOS

**A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE QUÍMICA EM  
ESCOLA PRIVADA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ – AM**

Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal do Amazonas, no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades.

Área de concentração: Fundamentos e metodologias para o Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

**ORIENTADOR: PROF. DR. JORGE ALMEIDA DE MENEZES**

Humaitá – AM  
2020



**FAPEAM**  
Fundação de Amparo à Pesquisa  
do Estado do Amazonas

**SECTI**  
Secretaria de Estado de  
Ciência, Tecnologia e Inovação  
Certificada pela ISO 9001:2008



Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Governo do Estado do Amazonas por meio da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Amazonas, com a concessão de bolsa de estudo.

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237e Santos, Lucélia Rodrigues dos  
A experimentação como estratégia de ensino de Química em  
escola privada no município de Humaitá – Am / Lucélia  
Rodrigues dos Santos. 2020  
132 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Jorge Almeida de Menezes  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. atividades experimentais. 2. Sequência de Ensino Investigativo.  
3. Ensino de Química. 4. estratégias metodológicas. I. Menezes,  
Jorge Almeida de. II. Universidade Federal do Amazonas III.  
Título

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho, e tudo o que  
ele representa pra mim, aos meus  
maiores incentivadores, meus pais:  
José Antônio e Ângima Rodrigues.*

## Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida, pela imensa misericórdia que recebo constantemente.

A Meus pais, José Antônio dos Santos e Ângima Rodrigues, por toda minha trajetória escolar, por todos os sacrifícios que fizeram por mim, por suas palavras de amor e incentivos em momentos decisivos.

Ao meu companheiro de vida, Tony Vieira, por sua paciência, compreensão, apoio e auxílio em toda essa jornada.

Ao meu filho, Anthony dos Santos Vieira, por ser minha fonte de forças diária e meu maior motivo para a conclusão deste trabalho, e além disso por mesmo tão pequeno compreender minha ausência em certos momentos.

A Minha irmã, Malu Rodrigues, pelo seu apoio, carinho e amizade em todos os momentos de nossas vidas.

A minha avó, Iacy Araújo, por suas orações, seu carinho, seus conselhos e por sempre estar na torcida.

Aos meus sogros, Odenice e Raimundo Pio, por todo carinho, apoio e conselhos dados nesta etapa.

Aos meus amigos, pelo carinho e incentivo que sempre me deram, mas em especial, as amigas que o Mestrado me deu, Rose Belite e Mardila Bueno, obrigada por todo o auxílio e por terem sido amigas, parceiras e confidentes nesta caminhada.

Aos colegas da turma de Mestrado por terem sido a melhor turma.

Ao meu Orientador Jorge Almeida por acreditar no desenvolvimento deste trabalho e por todo auxílio e compreensão.

A todos os professores do PPGECH que contribuíram significativamente na construção desta pesquisa.

A escola *locus* dessa pesquisa, por todo apoio e disponibilidade para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A UFAM pode ter sido a minha casa nos últimos dez anos, desde graduação, experiência profissional e agora Mestrado.

E a FAPEAM pelo auxílio financeiro de suma importância nessa trajetória.

## RESUMO

O uso de estratégias metodológicas como ferramenta para dar significado aos conteúdos de Química está tem sido considerada um recurso útil e elementar. Dentre elas a experimentação pautada na investigação, tem tomado destaque, uma vez que permite que os alunos sejam protagonistas do seu aprendizado. Tais metodologias exercem uma função motivadora no processo de ensino-aprendizagem, promovendo uma aprendizagem mais significativa. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar o uso da experimentação como estratégia metodológica no ensino de Química no Ensino Médio. Para isso fez-se uma intervenção pedagógica com a execução de dois experimentos, com diferentes Graus de liberdade, sendo um deles baseado nas SEIs propostas por Carvalho (2013). Os dados foram coletados por meio de questionários, observação participativa, com o auxílio de gravações de vídeo e áudio, e produção textual dos alunos, os quais foram analisados a partir da técnica Análise Textual Discursiva (ATD). A análise foi dividida em duas categorias: a entrevista com a professora; e o que pensam e como agem os alunos a respeito da experimentação. A partir dos dados desta pesquisa percebeu-se que a estimulação pela utilização do laboratório serviu como uma estratégia de ensino eficiente, ao qual deve ser mantida constantemente para que possa proporcionar ao discente uma compreensão significativa, e oferecer meios que consigam relacionar conceitos vistos em sala de aula com o seu cotidiano.

**Palavras-chave:** atividades experimentais; Sequência de Ensino Investigativo; ensino de Química.

## ABSTRACT

The use of methodological strategies as a tool to give meaning to the contents of Chemistry has been considered a useful and elementary resource. Among them, experimentation based on research has been highlighted since it allows students to be protagonists of their learning. Such methodologies play a motivating role in the teaching-learning process, promoting more meaningful learning. Thus, the present work aims to analyze the use of experimentation as a methodological strategy in the teaching of Chemistry in High School. In order to do that, a pedagogical intervention was carried out with the execution of two experiments, with different degrees of freedom, one of them based on the SEIs proposed by Carvalho (2013). Data were collected through questionnaires, participatory observation, with the aid of video and audio recordings, and textual production by students, which were analyzed using the Discursive Textual Analysis (ATD) technique. The analysis was divided into two categories: the interview with the teacher; and what students think and do about experimentation. From the data of this, we came to conclusion that the stimulation by the use of the laboratory served as an efficient teaching technique, which must be constantly maintained so that it can provide the student with a meaningful understanding, and also offer means that are able with relate concepts seen in the classroom with your daily life.

**Key words:** experimental activities; Investigative Teaching Sequence; chemistry teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo analítico com a análise textual discursiva.....	65
Figura 2 - Esquema da categorização da análise.....	68
Figura 3 – Aluno 1 - Resposta para questão 4.....	77
Figura 4 - Aluno 2 - Resposta para questão 4. ....	77
Figura 5 – Aluno 3 - Utilização roteiros nos experimentos .....	78
Figura 6 – Aluno 8 - Resposta para a Questão 4;.....	79
Figura 7 – Aluno 1 - Resposta para a questão 7;.....	79
Figura 8 – Aluno 5 - Resposta para a Questão 3.....	81
Figura 9 – Aluno 10 - Resposta à questão 7.....	81
Figura 10 – Aluno 17 - Resposta à questão 7.....	81
Figura 11– Aluno 8 - Resposta à Questão 9.....	84
Figura 12 – Aluno 13 - Resposta à Questão 11.....	86
Figura 13 – Aluno 8 - Resposta à Questão 11.....	86
Figura 14 – Aluno 3 - Resposta à Questão 11.....	86
Figura 15 – Aluno 1 - Resposta à Questão 13.....	88
Figura 16 - Aluno 2 - Resposta à Questão 13.....	88
Figura 17 – Aluno 3 - Resposta à Questão 13.....	88
Figura 18: Experimento A - Materiais e Reagentes .....	89
Figura 19: Experimento A - Execução do experimento com uso de roteiros.....	89
Figura 20: Resultado da Reação do Experimento I.....	90
Figura 21: Experimento II - Adaptação de suporte em pote de vidro. ....	98
Figura 22: Materiais e reagentes utilizados no Experimento II.....	99
Figura 23: Materiais e reagentes utilizados no Experimento II.....	99

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais características das atividades experimentais de demonstração. ....	34
Quadro 2: Graus de liberdade professor - aluno nas aulas experimentais.....	56
Quadro 3: Etapas e suas especificações da Intervenção Pedagógica. ....	61
Quadro 4: Roteiro entrevista semiestruturada. ....	69
Quadro 5: Questionário Inicial aplicado com os alunos.....	76
Quadro 6: Respostas para a questão 8. ....	82
Quadro 7: Valores de pH em atividade prática, ....	91
Quadro 8: Questão - problema. ....	93
Quadro 9: Hipóteses apresentadas para resolver a Questão-problema.....	95
Quadro 10: Valores de pH obtidos no experimento II. ....	99
Quadro 11: Substâncias escolhidas pelas equipes para realização da prática ....	99
Quadro 12: Resultados obtidos no Experimento II. ....	100

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Questão 2 - Conteúdos que os alunos mais sentem dificuldades. ....	76
Gráfico 2: Aulas teóricas ou Experimentais - Questão 3. ....	80
Gráfico 3: Experimentação Investigativa.....	84
Gráfico 4: Espécies citadas como ácidos pelos alunos.....	85
Gráfico 5: Os alunos conhecem indicadores ácido-base? .....	87
Gráfico 6: Conhecimentos prévios sobre Chuvas ácidas. ....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEB – Câmara de Educação Básica

CNE – Conselho Nacional de Educação

DCNEA – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental

FUNDEB – Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação

LAPEF – Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física

LDB – Lei de diretrizes e bases da Educação

MEC – Ministério da Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PNE – Plano Nacional da Educação

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

SD – Sequência Didática

SEI – Sequência de Ensino Investigativo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1. O ENSINO DE QUÍMICA E A EXPERIMENTAÇÃO</b>	<b>19</b>
1.1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO QUÍMICA	23
1.2 A EXPERIMENTAÇÃO: PROBLEMAS E DESAFIOS	34
<b>2. A EXPERIMENTAÇÃO SOB O VIÉS INVESTIGATIVO</b>	<b>40</b>
2.1 O ENSINO DE QUÍMICA: A IMPORTÂNCIA PARA A CIDADANIA	40
2.2 EXPERIMENTAÇÃO POR INVESTIGAÇÃO	46
2.2.1 Sequência de Ensino por Investigação	50
2.2.2 Graus de liberdade	55
<b>3. DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b>	<b>58</b>
3.1 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	60
3.1.1 Planejamento	60
3.1.3 Intervenção	60
3.1.4 Pós-Intervenção – Análise dos dados	63
<b>4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>68</b>
4.1 A ENTREVISTA COM A PROFESSORA	68
4.1.1 Perfil da Professora	70
4.1.2 A experimentação em sua Prática pedagógica	70
4.1.3 Concepção da Professora sobre a Experimentação	72
4.1.4 Tema Gerador	74
4.2 O QUE PENSAM E COMO AGEM OS ALUNOS A RESPEITO DA EXPERIMENTAÇÃO	75
4.2.1 Conhecendo o que pensam os alunos – Questionário Inicial	75
4.2.2 A Experimentação por verificação – Momento I	89
4.2.3 Sequência de Ensino Investigativo – Momento II	92
4.2.4 Concepções finais – Questionário Final	101
<b>5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS</b>	<b>104</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE B</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE E</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE F</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE G</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>131</b>

## INTRODUÇÃO

No contexto escolar, a educação científica tornou-se uma exigência indispensável e urgente para a completa formação do cidadão. As Ciências Naturais e Matemática, trabalhadas no ensino fundamental, têm o papel de introduzir e promover alfabetização científica aos alunos, permitindo-os compreender o mundo e “ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania” (BRASIL, 1998, p. 23).

Este processo tem continuação com as disciplinas de Ciências apresentadas no ensino médio: Física, Matemática, Biologia e Química. Tais disciplinas são subentendidas como Ciências experimentais ou demonstrativas, de comprovação dos fatos científicos, articuladas a pressupostos teóricos (PENAFORTE e SANTOS, 2014).

Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio em Química (PCN+ de Química) defendem a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino, principalmente das disciplinas de Ciências, baseando-se em situações cotidianas e na investigação por meio da experimentação (BRASIL, 2002). É indiscutível que, essas Ciências devem ser apresentadas de forma a atrair o interesse dos alunos, onde Lima (2012, p. 98) afirma que para isso o ensino de Química, especificamente, “deve ser problematizador, desafiador e estimulador, de maneira que seu objetivo seja o de conduzir o estudante à construção do saber científico”. Isto requer que o professor seja crítico e reflexivo acerca de sua práxis, desenvolvendo estratégias de ensino para despertar nos alunos a busca pelo saber.

Entretanto, o ensino das Ciências, apresenta-se ainda no cenário educacional com inúmeras lacunas no processo de ensino-aprendizagem, onde o conhecimento científico dá lugar a mera reprodução de conteúdo exposto em sala de aula. Além disso, os alunos apresentam muitas dificuldades de aprendizado, sendo notória a grande barreira em conseguir relacionar a teoria desenvolvida em sala de aula com a realidade a sua volta (BEVILACQUA e SILVA, 2007).

Acredita-se que um dos fatores para tais problemas deve-se ao fato de que as práticas de ensino baseiam-se, de modo geral, em metodologias teóricas de “transmissão de conteúdo”, na qual os alunos recebem passivamente os conceitos sem nenhum questionamento do valor de seu aprendizado.

Essa prática resulta, segundo o psicólogo norte-americano David P. Ausubel, em uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2006). O conteúdo estudado não consegue ser

relacionado a conhecimentos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno, fazendo com que ele, por exemplo, decore fórmulas e leis, mas as esqueça após as avaliações.

Em contrapartida, segundo Ausubel, têm-se a aprendizagem significativa, que pode ser considerada como processo de assimilação de uma nova informação, a qual relaciona-se com a estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2006).

É neste sentido, que a utilização de estratégias baseadas em atividades práticas/experimentais, no lúdico e na demonstração, tem sido uma alternativa didática eficiente para o processo ensino-aprendizagem, as quais oferecem uma visão prática do que é estudado teoricamente. Entre elas, a experimentação voltada para o ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, por constituir um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010). A experimentação deve contribuir para a compreensão de conceitos químicos, tanto através do manuseio e transformações de substâncias, quanto na atividade teórica, ao explicar os fenômenos ocorridos.

Farias et al. (2008) afirmam que, a compreensão e assimilação dos conhecimentos químicos devem acontecer por meio do contato do aluno com o objeto real do estudo da Química. Ela não deve ser encarada de forma independente, dissociada da teoria, mas sim como uma atividade transformadora, adaptada à realidade (KOVALICZN, 1999). Quanto mais integradas estão, a teoria e a prática, mais significativa torna-se essa aprendizagem, pois este *link* assume sua verdadeira função: contribuir para a construção do conhecimento químico de forma transversal, e não meramente linear (FARIAS et al., 2008).

No entanto, a maneira como a experimentação vem sendo abordada no cotidiano escolar, tem caráter tecnicista, e limitada ao uso de roteiros com pouco Grau de liberdade, os ditos “receita de bolo”, onde os alunos atuam como meros reprodutores, afim de obter resultados esperados pelo professor. Sob esta abordagem a experimentação pouco contribui na construção do conhecimento científico, bem como no exercício da cidadania. Embora, desta maneira consiga dinamizar o processo de ensino, defende-se que ela precisa ser elaborada e aplicada afim de alcançar uma aprendizagem mais significativa e prazerosa, adotando por exemplo, a experimentação investigativa como ferramenta.

Abordagem investigativa da experimentação tem o propósito de oferecer ao aluno o papel de protagonista do processo, em que ele é quem atua diretamente na atividade experimental. Além disso, este tipo de experimentação permite levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, visto que, possuem conhecimentos informais e fenomenológicos acerca do espaço em que estão inseridos. Tem o papel de auxiliar na

investigação possibilitando uma melhor compreensão do conhecimento científico.

Vale ressaltar que a forma como acontece a experimentação/atividade prática em sala de aula varia conforme a aceção teórica na qual se aporta o professor e/ou investigador que conduzirá a atividade (FRANCISCO-JÚNIOR, 2008).

Diante disso, Carvalho (2012) afirma que para favorecer a construção de conhecimentos dos alunos, é essencial que os professores proponham questões instigantes e desafiadoras, pois além de motivá-los a buscar informações, os alunos possam conhecer os enfoques próprios da cultura científica. Essa autora propõe ainda uma graduação para o que classifica como Graus de liberdade (I, II, III, IV e V) oferecidos pelo professor durante atividades experimentais, levando em consideração o fornecimento de um problema, as hipóteses sobre tal, um plano de trabalho especificado, a etapa de obtenção de dados e as conclusões da prática desenvolvida.

Nessa perspectiva, a proposta dessa pesquisa visa analisar a utilização da experimentação como ferramenta metodológica para o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Química, a partir de duas atividades experimentais com diferentes Graus de liberdade. Tais atividades apresentam diferentes abordagens, tendo uma, caráter tradicional, e a outra investigativo.

A abordagem investigativa difere da tradicional por oferecer altos Graus de liberdade para realização dos experimentos, em que o professor fornece apenas a “questão problema” e atua como orientador/colaborador. Os alunos são instigados a criar hipóteses e executar o experimento partindo de sua investigação, de modo a romper com a linearidade e a fragmentação dos conteúdos disciplinares, tornando-os contextualizados com o cotidiano dos mesmos.

Destaca-se nessa pesquisa a necessidade de trabalhar a experimentação sob esses diferentes vieses, com o intuito de apresentar as contribuições que cada um oferece para a aprendizagem.

Vale destacar também, a pouca ou quase nula utilização da experimentação investigativa no ambiente escolar contemporâneo, fato que influenciou este trabalho, visto que a proposta desta pesquisa surge da necessidade constatada com a vivência dos Estágios supervisionados no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química nos anos 2013 e 2014, em cinco escolas do município de Humaitá.

Durante os estágios observou-se que nas escolas o ensino de Química é predominantemente tradicional, tendo o livro didático como principal recurso metodológico. As aulas em sua maioria não apresentavam dinamismo e quando o professor proponha-se a

inserir a experimentação em suas aulas, também assumia o caráter tradicionalista, pautada em roteiros fechados, limitando os alunos a reprodução de experimentos, com pouca ou nenhuma contextualização. Além disso, no trabalho de conclusão do referido curso defendido em 2015, buscou-se investigar a opinião dos alunos acerca de estratégias metodológicas para o ensino de Ciências, bem como atividades lúdicas, utilização de modelos e atividades experimentais.

Assim, esta pesquisa parte do estudo sobre a Experimentação no ensino de Química no Ensino Médio, a fim de discutir temas que são de suma importância para o contexto educacional na atualidade, trazendo para essa discussão o Ensino de Química por Investigação (ENCI), e as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) tendo como principal referencial os trabalhos de Carvalho e Sasseron (2012) e Carvalho (2013).

Para tanto, partimos das seguintes questões norteadoras:

- Quais as vantagens que o uso da experimentação oferece ao ensino de Química?
- Como a utilização de atividades experimentais investigativas e demonstrativas pode contribuir para que os alunos do ensino médio aprendam os principais aspectos conceituais dos conteúdos de Química?

Nessa perspectiva, traçamos como objetivo geral:

- Analisar a efetividade da experimentação como ferramenta metodológica para o processo de aprendizagem na disciplina de Química do Ensino Médio.

Em busca de uma resposta para esses questionamentos, elaboramos os seguintes objetivos específicos:

- Compreender o processo de aprendizagem em Química mediado por atividades experimentais com Graus de liberdade II e IV;
- Investigar a compreensão que alunos do ensino médio têm sobre a Experimentação no ensino de Química;
- Verificar o aprendizado dos alunos do Ensino Médio a partir de duas abordagens experimentais.

## 1. O ENSINO DE QUÍMICA E A EXPERIMENTAÇÃO

Antes de tratarmos da experimentação propriamente dita, bem como o Ensino de Química, faz-se necessário um breve apanhado da trajetória que a Ciência fez para tornar-se o que conhecemos hoje, e sua inserção no Ensino básico.

A Ciência possui registros na história desde os primórdios da civilização, onde a humanidade busca incessantemente compreender a natureza e dominar seus fenômenos. Silva et al. (2017) ponderam que a Ciência surgiu com a espécie humana, passando por várias mudanças e adaptações para chegar ao que temos hoje definido como Ciência.

No documento das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio conceitua-se Ciência como um “conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade, se expressa na forma de conceitos representativos das relações de forças determinadas e apreendidas da realidade” (BRASIL, 2013, p. 215).

Ainda segundo este documento os conhecimentos produzidos e legitimados socialmente ao longo da história são resultados de um processo empreendido pela humanidade na busca da compreensão e transformação dos fenômenos naturais e sociais, no qual a Ciência, conceitos e métodos transmitidos para diferentes gerações, podendo ser questionados e superados historicamente, no movimento permanente de construção de novos conhecimentos.

A Ciência até fazer parte do ensino escolar passou por vários percalços, onde o processo de institucionalização do Ensino de Ciências estruturado no Brasil foi longo, difícil e levou muito tempo, de modo que foi estabelecido somente a partir do século XIX (FILGUEIRAS, 1990), período em que de acordo com Canavarro (1999) o sistema educacional centrava-se principalmente no estudo das línguas clássicas e, em certa medida, da matemática, com algumas semelhanças dos métodos escolásticos da Idade Média.

O desenvolvimento científico e tecnológico mundial e brasileiro exerceu e vem exercendo forte influência sobre o ensino de Ciências. Segundo Nardi e Almeida (2004) Ciências como Biologia, Física e Química entraram para o currículo escolar devido o desenvolvimento científico, principalmente do último século, que gerou grandes avanços econômicos, culturais, e mudanças de mentalidades e práticas sociais.

Historicamente o avanço e introdução de disciplinas científicas no Ensino brasileiro foi resultado de três acontecimentos que são tidos como marcos no processo evolutivo da Ciência: a Contrarreforma, que promove a institucionalização da Ciência; a Revolução

Industrial, que precipita a profissionalização da Ciência e a Segunda Guerra Mundial, que molda a socialização da Ciência (AIKENHEAD, 1994 apud NARDI e ALMEIDA).

Esses acontecimentos do mundo ocidental tiveram papel importante para o reconhecimento da importância da Ciência no ensino, inicialmente no ensino superior, e consequentemente no ensino básico atual.

Corroborando essa visão, Canavarro (1999) afirma que:

O reconhecimento da importância da ciência e da tecnologia na economia das sociedades conduziu à sua admissão no ensino, com a criação de unidades escolares autônomas em áreas como a Física, a Química e a Geologia e com a profissionalização de indivíduos para ensinar estas áreas e de outros que posteriormente iriam praticar profissionalmente (CANAVARRO, 1999, p.81).

O objetivo dado inicialmente para a inserção do ensino de Ciências era basicamente a mão de obra científica, isto é, visava-se a formação de cientistas. Ao analisar o ensino de Ciências desde o século XIX até os dias de hoje percebe-se que tanto seus objetivos, quanto as teorias educacionais e de aprendizagem que os embasam foram evoluindo e sofrendo profundas mudanças, tendo como base, sobretudo, as mudanças vigentes na sociedade em suas diferentes épocas, considerando aspectos políticos, históricos e filosóficos (KRASILCHIK, 1992; ZOMPERO e LABURU, 2010).

A introdução da Química no ensino iniciou com cursos de engenharias e medicina, sendo o curso de engenharia da Academia Real Militar, criada em 1810, o primeiro a ter Química no seu currículo (LIMA, 2013).

Esse autor ressalta que a criação dos cursos de Química no Brasil foi uma necessidade nascida dos resultados da Primeira Grande Guerra Mundial, quando foi verificado que o país apresentava um grande atraso em relação a outras nações.

Em seu trabalho Lima (2013) cita Macedo e Lopes (2002), que relatam que a Química começou a ser ministrada como disciplina regular do ensino secundário no Brasil somente a partir de 1931, com a Reforma educacional Francisco Campos. Segundo documentos da época, o ensino de Química tinha por objetivos dotar o aluno de conhecimentos específicos, despertar lhes o interesse pela Ciência e mostrar a relação desses conhecimentos com o cotidiano.

O modelo de ensino inicialmente pautava-se na transmissão dos conteúdos, por meio de métodos expositivos. Porém, segundo Krasilchik (1998), a partir de 1964 iniciaram mudanças no currículo do ensino de Ciências de países como Estados Unidos e Inglaterra,

pois considerava-se urgente oferecer um ensino de Ciências mais atualizado e mais eficiente, onde os alunos tivessem contato com universo laboratorial da Química.

Essas propostas de mudanças chegaram ao Brasil, porém tiveram pouco sucesso, principalmente pela resistência que os professores apresentaram para inserir atividades práticas em suas aulas. Por este motivo, Nascimento et al. (2010) relatam que “apesar dos esforços para que ocorressem mudanças, durante a década de 1960 o ensino de Ciências continuou focalizando essencialmente nos produtos da atividade científica, possibilitando aos estudantes a aquisição de uma visão neutra e objetiva da ciência”.

Ressalta-se que com a crescente industrialização no Brasil e o crescente desenvolvimento científico e tecnológico, as atividades experimentais foram inseridas nas escolas, devido à forte influência de trabalhos desenvolvidos nas universidades, cujo objetivo era o de melhorar a aprendizagem do conhecimento científico através da aplicação do que foi aprendido (NASCIMENTO et al., 2010; GALIAZZI et al., 2001). Para tanto, os conteúdos de Ciências e os recursos didáticos foram atualizados, assim como foram criados cursos de capacitação aos professores.

Nos anos 1970, a concepção empirista prevalecia. O método científico no ensino tornava-se indispensável, uma vez que buscava-se possibilitar aos estudantes pensar e agir cientificamente. Essa mudança na base do ensino de Ciências tinha como intenção primária a iniciação científica, seguida da compreensão da Ciência como extensão, e a educação científica como um objetivo terminal (HENNIG, 1994 apud NASCIMENTO et al., 2010). As atividades experimentais desta época, ainda são presentes nos dias atuais, onde sua prática era baseada em etapas predefinidas, rígidas e mecânicas, tinha como intenção o desenvolvimento de habilidades além da manipulação técnica, como a capacidade de tomar decisões, de resolver problemas e de pensar lógica, racional e cientificamente (FROTA PESSOA et al., 1987).

No entanto no final dos anos 1970, houve a necessidade de mais uma reformulação do ensino de Ciências, em virtude uma grande crise econômica que o país enfrentara. O objetivo mudou novamente, onde passou a ser o de contribuir com “conhecimentos básicos aos cidadãos e colaborassem com a formação de uma elite intelectual que pudesse enfrentar - com maior possibilidade de êxito - os desafios impostos pelo desenvolvimento” (NASCIMENTO et al., 2010, p. 230).

A partir de meados de 1980 e durante a década de 90, o ensino de Ciências passou a contestar as metodologias ativas e a incorporar o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. Os estudantes precisavam, portanto, desenvolver um pensamento

crítico e reflexivo, inteirar-se e questionar as relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

A abordagem construtivista começou a ganhar espaço nesse cenário, onde surgia a necessidade de os alunos tornarem-se os construtores do seu conhecimento (CARVALHO e GIL PÉREZ, 1992).

De acordo com Nascimento et al. (2010) apesar de:

as propostas de melhoria do ensino de ciências estarem fundamentadas numa visão de ciência contextualizada sócio, política e economicamente, da segunda metade da década de 80 até o final dos anos 90 esse ensino continuou sendo desenvolvido de modo informativo e descontextualizado, favorecendo aos estudantes a aquisição de uma visão objetiva e neutra da ciência (NASCIMENTO et al., 2010, p. 232).

Na prática não se verificava tais melhorias, pois precisa-se que todos os envolvidos no processo estejam dispostos a mudar e alcançar os objetivos propostos. Os autores citados enfatizam, que grande parte significativa dessas propostas apresentavam graves deficiências epistemológicas e didáticas, dificultando a formação do sujeito crítico, consciente e participativo.

Foi no final dos anos 90, que a concepção da importância política, social, e econômica do ensino de Ciências para o país tornou-se unanime, tendo como objetivo atual o de contribuir para que os alunos pudessem interagir na tomada de decisões da sociedade de maneira crítica e reflexiva. A educação científica tornou-se prioridade, exigindo iniciar o processo de alfabetização científica como forma de colaboração para uma atuação crítica, consciente e cidadã (MARCO, 1997).

Na década de 2000 essas ideias foram aperfeiçoadas, e a intenção primordial do ensino das Ciências passou a ter relação com as questões ambientais e sociais por meio da necessidade de promover uma educação científica.

Na atual configuração do ensino básico, as Ciências são trabalhadas tanto no Ensino Fundamental, pela disciplina Ciências Naturais, quanto no Ensino Médio, por meio das disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática.

Segundo os documentos que orientam a Educação brasileira, essas disciplinas compõem uma específica área do conhecimento, denominada Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias:

a Biologia, a Física, a Química e a Matemática integram uma mesma área do conhecimento. São ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos. As disciplinas dessa área compõem a cultura científica e tecnológica

que, como toda cultura humana, é resultado e instrumento da evolução social e econômica, na atualidade e ao longo da história (BRASIL, 2002, p. 23).

Nascimento et al., (2010, p. 233) citam vários autores que concordam sobre os ideais da educação científica e da alfabetização científica para todas as classes sociais no Ensino das Ciências contemporâneo:

Atualmente, o movimento educação científico-tecnológica para todos (FOUREZ, 1997) e a ideia de alfabetização científica para todos (MARCO, 1997) pressupõem a formação de cidadãos capazes de fazer opções de modo consciente, bem como a existência de amplas relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente (JIMÉNEZ e OTERO, 1990; GIL PÉREZ, 1991; MEMBIELA, 1995; FOUREZ, 1997; YUS, 1997; HODSON e REID, 1998; GIL PÉREZ, 1999; VEIGA, 2002).

Embora tais ideias sejam de extrema importância, é marcante o distanciamento entre os pressupostos educativos do ensino de Ciências e as possibilidades de torná-los concretos, não dependendo apenas das reformulações dos objetivos propostos para tanto, mas sim, de uma atualização nas concepções de professores, gestores, e alunos quanto a esses benefícios oferecidos pelo ensino de Ciências eficiente. Começar pela formação inicial dos professores, por meio dos cursos superiores é uma opção, pois os docentes precisam ter em sua formação bases que os tirem da escola tecnicista, e os permitam promover um ensino inovador e significativo.

Lima (2013) por sua vez defende que a Química no ensino médio precisa assumir seu valor cultural primordial enquanto instrumento fundamental numa educação humana de qualidade, contribuindo para o conhecimento do universo, seus fenômenos e transformações químicas, na interpretação do mundo e na responsabilidade ativa da realidade em que se vive.

### 1.1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO QUÍMICA

O ensino tradicional, ainda muito presente nas escolas, baseia-se em uma grande quantidade de informações receptadas, as quais o professor assume a função de transmissor de conhecimento conduzindo os conteúdos de forma teórica (SCHNETZLER, 2010). Predominando o modelo psicopedagógico centrado na transmissão-recepção baseada na concepção de um ensino como transmissão, da visão do aluno como tábula rasa, e da Ciência como um corpo de conhecimentos prontos, verdadeiros, inquestionáveis e imutáveis (SCHNETZLER, 1992).

Paulo Freire define que a educação, da forma como vem sendo trabalhada na maioria das escolas, é considerada uma Educação Bancária, por consistir em um ato de depositar, em que os educandos são os depositários, e os educadores os depositantes (FREIRE, 2005). As práticas de ensino baseiam-se, predominantemente, em metodologias teóricas de “transmissão de conteúdo”. Nessa perspectiva, os alunos recebem passivamente os conceitos sem nenhum questionamento do valor de seu aprendizado, resultando, segundo o teórico David Ausubel em uma **aprendizagem mecânica**, considerada como “aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após” (MOREIRA, 2011, p.32). Dessa forma o “professor que o professor que não sabe onde está o seu aluno, em termos cognitivos, não pode tocá-lo, atingi-lo, envolvê-lo no processo de aquisição de conhecimento” (SCHNETZLER, 1992).

Alison e Leite (2016) ressaltam que não se pode caracterizar a aprendizagem mecânica como desqualificada e sem significado ou aplicação, ela se faz extremamente importante em casos em que não consegue relacionar a conceitos já existentes com as novas informações.

Ausubel desenvolveu a Teoria da Aprendizagem, onde propõe explicações teóricas para o processo de aprendizagem, considerando a organização hierárquica das informações na estrutura cognitiva do aprendiz (ZOMPERO e LABURÚ, 2010). Dessa forma ele defende que em contrapartida à aprendizagem mecânica existe a **aprendizagem significativa**.

Esta por sua vez necessita que a nova informação relacione - se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, como imagem, símbolo, conceito ou proposição, por meio de uma relação não arbitrária e substantiva (GIANI, 2010; ZOMPERO e LABURÚ, 2010), onde o conhecimento prévio do indivíduo é enriquecido com o novo conhecimento. Logo, a “aprendizagem significativa não é aquela que o estudante nunca esquece, mas sim aquela em que os significados permanecem presentes dando significado a novos conhecimentos” (ALISON e LEITE, 2016).

Segundo Ausubel (2003) existem duas condições simultâneas que precisam ser levadas em consideração quando se pretende alcançar uma aprendizagem significativa: os conhecimentos prévios do aprendiz que precisam ser levados em consideração nesse processo, pois “o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe [...]” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137); além disso em sua teoria, ele defende que só haverá uma aprendizagem com significados de fato se os aprendizes estiverem dispostos a aprender significativamente, pois se o aluno não tiver

motivação, o processo de aprendizagem será puramente mecânico e a aprendizagem memorística.

Sob essa perspectiva, os PCNs enfatizam a importância de alcançar no processo de ensino resultados significativos de aprendizagem, pois “quando há aprendizagem significativa, a memorização de conteúdos debatidos e compreendidos pelo estudante é completamente diferente daquela que se reduz à mera repetição automática de textos cobrada em situação de prova” (BRASIL, 1998, p. 26).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio em Química (PCN+ de Química) defendem que principalmente disciplinas de Ciências têm a necessidade de trabalhar a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino (BRASIL, 2002).

A Química como disciplina permite que o aluno desenvolva muitas competências e habilidades, como o reconhecimento e aplicação dos limites éticos e morais, a análise dos aspectos socioeconômicos envolvidos, a interpretação de fatos químicos, além da formação da cidadania. Para tanto, estas podem ser alcançada através de temas transversais e multidisciplinares como o meio ambiente, novas tecnologias, a produção agrícola e a indústria Química.

As atividades experimentais em laboratório ou visitas técnicas, podem vincular a teoria à prática, construindo conceitos que envolvam períodos pré e pós-atividades (RICARDO, 2001).

Essas disciplinas, como Ciências naturais, Química, Física e até mesmo, a biologia, são tidas como Ciências que necessitam de comprovação científica embasadas teoricamente, sejam elas experimentais ou demonstrativas (PENAFORTE e SANTOS, 2014).

Além de proporcionar dinâmica nas aulas, quando aplicadas de forma sistemática contribuem para atribuir significados aos conteúdos trabalhados teoricamente, permitindo a observação concreta da teoria. Sob esse olhar FREIRE (1997) defende que, para compreender a teoria é preciso experienciá-la, desafiando o professor de Ciências a desenvolver metodologias que resultem na aquisição dessas habilidades, podendo aproveitar a curiosidade natural dos alunos para despertar o interesse por Ciências, seja partindo de atividades lúdicas ou experimentais.

Para Silva (2016) o conhecimento químico pode se apresentar em três formas de abordagem. A primeira consiste na abordagem **fenomenológica**, a qual constitui os eixos centrais relacionados ao conhecimento e que podem apresentar uma visualização concreta, de análise e determinações desse conhecimento; a segunda trata-se da abordagem **teórica**,

baseada nas explicações embasadas em modelos teóricos, essenciais para produzir as explicar os fenômenos; além dessas, têm-se a abordagem **representacional**, que envolve dados pertencentes à linguagem característica da Química, tais como fórmulas e equações. Segundo esse autor a Experimentação consegue fazer ligação entre esses três níveis de abordagem, devido suas variadas contribuições ao ensino de Química.

No ensino de Ciências, especificamente no ensino de Química, as atividades experimentais (ou experimentação) têm ganhado destaque devido suas contribuições ao processo de ensino-aprendizagem em “dimensões psicológica, sociológica e cognitiva” (GIORDAN, 1999, p. 46). O pensamento e a linguagem apresentam uma importância significativa na aprendizagem, segundo Oliveira (2010), torna-se necessário a efetiva articulação dos três níveis de conhecimento químico. Esse autor ressalta ainda que não adianta utilizar somente o conhecimento a nível fenomenológico em uma atividade experimental, mas sim valorizar a linguagem e simbologia química envolvidas, e a teorização adequada dos conceitos químicos.

Considerando esses aspectos diversos autores defendem que constitui-se um recurso pedagógico com grande potencial para auxiliar a construção dos conceitos (FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010), pois é fácil inclusão na prática pedagógica e que atrai a atenção dos alunos para as aulas, o que colabora ainda mais para a sua aplicação, já que os alunos são aproximados das práticas científicas.

A Experimentação trabalhada no contexto escolar, pode ser classificada como Experimentação didática, que difere-se da Experimentação científica, mas é considerada por muitos autores como produto desta, pois sofreu adaptações ao longo dos anos para se adequar aos objetivos propostos no Ensino de Ciências escolar (FORQUIN, 1992).

Brito e Fireman (2018, p. 463) defendem que é preciso que os alunos conheçam a linguagem da Ciência, trabalhando esse componente curricular como produto e também como processo:

Consideramos que esse princípio no ensino de Ciências possibilita ao aluno enxergar essa área do saber como atividade humana diretamente relacionada à sua vida pessoal e coletiva, ainda mais, como área do saber, que por suas peculiaridades de produção, se processa e se transforma continuamente trazendo implicações diretas para sociedade (BRITO e FIREMAN, 2018, p. 463).

Chevalard (1991) ressalta a complexidade necessária para transformar um objeto do saber produzido pela Experimentação científica em um objeto de ensino a ser tratado nas salas de aulas. Há nesse processo uma transposição didática, que nada mais é que um

“conjunto de transformações e mecanismos de reestruturação e organização que os conhecimentos científicos passam para serem transformados em conhecimento escolar” (DOMINGUINI et al., 2012, p.5). A Experimentação escolar, em sua essência não pode ser centrada na mera reprodução de experimentos para ilustrar ou comprovar teorias, tão pouco formar cientistas, mas sim deve permitir que os estudantes possam produzir conhecimento a partir da prática, e atribuir significados científicos a eles.

Dessa forma, percebe-se que os objetivos dessas duas modalidades de Experimentação são bem distintos, o que causa essa necessidade de remodelação da prática para trabalhá-la com os alunos. Com base nisso, Baratieri et al. (2008) definem em seu trabalho quatro objetivos essenciais para a estruturação de atividades experimentais em Química, sendo eles:

- promover a compreensão dos conceitos científicos e facilitar aos alunos a confrontação de suas concepções atuais com novas informações vindas da experimentação;
- desenvolver habilidades de organização e de raciocínio;
- familiarizar o aluno com o material tecnológico;
- oportunizar crescimento intelectual individual e coletivo (BARATIERI et al., 2008, p. 22).

Além desses objetivos, a experimentação consegue despertar nos alunos o interesse pela aula, conforme as ideias de Penaforte e Santos (2014, p. 9) que ressaltam em seu trabalho o grande interesse provocado nos alunos por essas atividades em diversos níveis de escolarização “pois faz com que a teoria se adapte à realidade, além de propiciar uma aprendizagem significativa (duradoura e prazerosa)”. Essa metodologia proporciona ferramentas para estabelecer o link entre teoria e prática, na qual o professor incorpora à sua prática pedagógica uma metodologia facilitadora à construção do conhecimento científico, por meio da qual o aluno realiza a experimentação do conteúdo teórico.

Neste sentido, Farias (2008) afirma que, a compreensão e assimilação dos conhecimentos químicos devem acontecer por meio do contato do aluno com o objeto real do estudo da Química, uma vez que a experimentação deve contribuir para a compreensão de conceitos químicos, tanto pelo manuseio e transformações de substâncias, quanto na atividade teórica, ao explicar os fenômenos ocorridos.

Segundo Souza et al. (2013, p. 11) “os alunos gostam de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões, logo a experimentação desempenha também papel motivacional, diante da qual os alunos sentem-se instigados e incentivados a interagir ativamente na elaboração do pensamento científico, na construção de conceitos,

desenvolvimento de habilidades de observações e medidas, além de familiaridade com equipamentos e reagentes (PERON et al., 2016).

A construção do conhecimento pode ser bastante enriquecida por uma abordagem experimental, já que a formação do pensamento e das atitudes do sujeito é dada principalmente no decorrer da interação com os objetos (SILVA, 2016). Atrelando o que é estudado teoricamente com a manipulação prática, por meio da qual os alunos podem alcançar uma aprendizagem que não será perdida em sequência, mas sim irão torna-la significativa.

A própria essência da Química destaca o importante papel deste tipo de atividade ao aluno, uma vez que esta Ciência relaciona-se com a natureza e suas transformações (AMARAL, 1996). A experimentação é um dos principais alicerces que sustentam a complexa rede conceitual que estrutura o ensino de Química (LISBOA, 2015).

Seguindo esta linha de pensamento, Carvalho et al. (2007) defendem que “a importância do trabalho prático é inquestionável na Ciência e deveria ocupar lugar central em seu ensino”. Por meio da experimentação atrelada as aulas teóricas, os alunos podem aprender de modo dinâmico, potencializando sua aprendizagem.

Conforme Wyzykowski et al. (2013), o professor precisa compreender e realizar as atividades experimentais considerando alguns elementos, como:

unir a teoria e a prática de modo que ambas dialoguem; pensar a importância do planejamento dessas aulas, bem como a contextualização do tema; primar por questionamentos durante o experimento que propiciem interações verbais entre os sujeitos de modo a ser produzido um diálogo formativo e conceitual; destinar um tempo posterior à atividade para a discussão com os alunos; solicitar ao grupo a produção de relatórios para diagnóstico da compreensão dos conteúdos/conceitos abordados e, por fim; é indispensável a reflexão do professor sobre o processo a fim de que possa investigar sua prática (WYZYKOWSKI et al., 2013 p. 99).

Dessa forma, a experimentação consegue alcançar seus objetivos de potencializar a aprendizagem, uma vez que a reflexão epistemológica dessa ação ocasionará uma sistematização e se adequará às necessidades dos alunos que será destinada. Pois o professor poderá fazer uma análise de sua própria prática docente, de maneira crítica e analisar quais os pontos podem ser melhorados e adaptados, visando um melhor resultado.

De acordo com Carvalho et al. (2005) é possível trabalhar por meio de atividades experimentais não só fatos e os conceitos, mas outros tipos de saberes (conceitual, procedimental, atitudinal). Dessa forma, Oliveira (2010) em seu trabalho destaca algumas das contribuições que a experimentação oferece para o ensino das Ciências nas mais variadas

manifestações do saber: para motivar e despertar a atenção dos alunos; para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; para estimular a criatividade; para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; para aprender conceitos científicos; para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; para compreender a natureza da Ciência e o papel do cientista em uma investigação; para compreender as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade (integrando a realidade do aluno com o conhecimento desenvolvido pela prática); para aprimorar habilidades manipulativas.

No entanto, quando o professor se propõe a fazer uso da experimentação geralmente desconhece muitas dessas possíveis contribuições e as várias possibilidades de abordagens dessa metodologia, apresentando ainda visões equivocadas de suas finalidades no contexto escolar (GALIAZZI, ROCHA, et al., 2001).

Nesse sentido, pesquisas sobre a experimentação são apresentadas em diferentes tendências e modalidades, porém não explícitas no material de apoio dos docentes (ARAÚJO e ABIB, 2003), mas permitindo serem empregadas com os mais distintos objetivos, de acordo com as competências que se quer desenvolver e com os recursos materiais disponíveis.

Esses autores alertam ainda para o fato de que a maioria dos livros didáticos que auxiliam os professores na sala de aula consistem ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino. Isso contribui fortemente para a reprodução destas modalidades de atividade, uma vez que grande maioria dos docentes alegam não dispor de tempo para preparar aulas, e tendo o material pronto em seus livros viabiliza a introdução de atividades experimentais em suas aulas, mesmo que as contribuições sejam basicamente de motivar os alunos a participar das aulas.

Vários autores apresentam categorias distintas para as atividades experimentais, porém neste trabalho adotaremos as modalidades de atividades experimentais classificadas em experimentação demonstrativa e experimentação de verificação (que consideraremos como experimentação tradicional), e experimentação por investigação (que refere-se à experimentação inovadora) de acordo com Campos e Nigro (1999) e Araújo e Abib (2003).

A experimentação tradicional é vista como aquela em que os alunos são limitados a roteiros ou a mera observação dos fenômenos experimentados, embora esse tipo de prática possa contribuir para despertar o interesse dos alunos pela Química, valorizando aspectos como ilustração, demonstração, manipulação de materiais e comprovação de teorias (SUART, 2008).

A modalidade da atividade prática a ser utilizada varia de acordo com o objetivo a ser alcançado na aula, podendo ser o de “testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas 'aulas teóricas', descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, 'ver na prática' o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica” (BORGES, 2002, p. 296).

Destacamos entre as diferentes possibilidades de atividades experimentais neste trabalho a experimentação por verificação e experimentação por investigação.

Embora haja contribuições para o processo de aprendizagem, Zômpero, Passos e Carvalho (2012) defendem a ideia de que a experimentação tradicional apresenta-se de maneira equivocada, pelas duas abordagens (demonstrativa e de verificação). Na primeira delas, com caráter ilustrativo, segundo a escola tradicional, a experiência aparecia apenas após a explicação de um conhecimento de forma teórica, a fim de memorizar e comprovar a informação dada. Já na segunda maneira, temos a experiência seguindo rígidos guias, não incentivando a curiosidade evitando erro e realizadas como “receitas de bolo”.

A **experimentação demonstrativa** geralmente é mais fácil de ser conduzida pelo professor, geralmente empregada na ilustração de conceitos discutidos anteriormente em aula teórica (FRANCISCO-JR., FERREIRA e HARTWIG, 2008). Nesta modalidade os alunos atuam passivamente no processo de ensino, e o professor assume o papel de experimentador.

Ferreira (2018) destaca o emprego dessa metodologia associado às aulas expositivas, visando introduzir um assunto ou reforçar os conteúdos trabalhados na teoria. Para isso, é necessário a contextualização da teoria com a prática, para que os alunos consigam visualizar a importância dos conteúdos abordados, proporcionando a real interpretação e compreensão do estudo em questão (SANTOS, 2014) propondo aos alunos analisarem e explicar determinada demonstração experimental.

Essa abordagem é recomendada em alguns casos onde não é possível a realização por todos os alunos, seja por falta de recursos, materiais ou estrutural, ou casos em que o professor não dispõe do tempo necessário para que todos participem da prática (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Segundo Gaspar e Monteiro (2005) embora os alunos não participem ativamente na realização experimental, este tipo de experimento favorece uma estreita ligação entre os alunos e o professor, e essa interação social também cria um ambiente propício à aprendizagem.

Cabe ao professor enriquecer essa abordagem, proporcionando oportunidades para que os alunos questionem cada etapa, busquem relações com fenômenos conhecidos, sugiram hipóteses que justifique o processo observado, realizem o pós-experimento através de pesquisa e produzam relatórios e relatos, de maneira que a prática experimental não fique apenas na demonstração de um conceito específico.

Na **experimentação por verificação** os alunos têm como objetivo principal a comprovação de teorias, seguindo roteiros (os chamados ‘receitas de bolo’) fornecidos pelo professor, desenvolvendo a prática em pequenos grupos “possibilitando a cada aluno uma interação com as montagens e instrumentos específicos, ao mesmo tempo em que podem trocar ideias e responsabilidades entre eles” (FELIPAK et al., 2016, p.3).

Os alunos são limitados a executar procedimentos experimentais com o intuito de comprovar um resultado pré-definido. Eles desenvolvem visão que essas atividades consistem em “eventos isolados”, na qual o objetivo principal é chegar à “resposta certa”. Em geral, distancia-se de elementos importantes para um eficiente aprendizado, como a discussão de conteúdo a partir de momentos de reflexão que necessitam de uma base conceitual, conhecimentos prévios/conceitos já estudados.

Por outro lado, essa atividade desperta interesse nos alunos em participar das aulas, proporcionando a eles a interpretação de parâmetros para os fenômenos observados, permite que articulem com conceitos científicos que conhecem, efetuar generalizações, aos alunos oportunidades nas quais possam de fato visualizar fenômenos que obedecem à lógica da teoria apresentada, a aprendizagem é favorecida (ARAÚJO e ABIB, 2003).

De modo geral, a experimentação tradicional, quando não explorada em suas possibilidades de promover aprendizado, torna o processo de ensino-aprendizagem limitado, não oferecendo (ou oferecendo pouca) autonomia ao aluno a pensar criticamente e formular respostas para os problemas que se apresentam, restringindo-se a uma atividade manipulativa.

De acordo com Pozo e Crespo (2009) essa concepção não permite ao aluno aprender a Ciência que lhe é ensinada, uma vez que, o caráter dinâmico e processual dos saberes científicos é silenciado. É nesta perspectiva que o professor precisa buscar conduzi-las a fim de proporcionar contribuições ao processo de ensino-aprendizagem assumindo a postura de incentivar os estudantes a explorar, desenvolver e modificar suas concepções.

Em concordância Schnetzler (1992, p. 17) ressalta que “o aluno não aprende pela simples internalização de algum significado recebido de fora, isto é, dito pelo professor; mas,

sim, por um processo seu, idiossincrático, próprio, de atribuição de significado que resulta da interação de novas ideias com as já existentes na sua estrutura cognitiva”.

Em contrapartida a experimentação tradicional, ganha notoriedade a experimentação cujo o aluno é o centro das atividades. Nessa abordagem os conhecimentos prévios dos estudantes são tidos como base para a elaboração do novo conhecimento a partir da prática experimental. Logo, chamaremos de experimentação inovadora, atividades práticas que não necessariamente ocorram no laboratório, mas que instigue os alunos a construir o conhecimento buscando respostas para problemas do seu interesse.

Nessa modalidade não são fornecidos roteiros fechados para encontrar a “resposta certa”, mas o aluno depara-se com uma situação problema contextualizada com seu cotidiano de modo que desenvolva um processo de reflexões e tomada de decisões sobre a sequência dos passos a seguir (GIL-PEREZ et al., 2005).

A **experimentação por investigação** enquadra-se, como um tipo de experimentação inovadora, por ir além da mera ilustração da teoria, e dos roteiros de receita. Ela proporciona ao aluno o papel ativo na prática da atividade, e ao professor a função de auxiliar, estimulando a formulação de hipóteses, a análise crítica do problema e o melhor caminho para realização da experimentação (OLIVEIRA, 2010).

Nessa perspectiva, o professor caracteriza-se como um orientador, questionador e mediador do processo de ensino, e o aluno o protagonista da construção do pensamento científico. Embora durante a realização propriamente dita da atividade investigativa o professor não atue diretamente, exige mais tempo do professor em elaborar ou adaptar problemáticas a serem investigadas pelos alunos, e também um maior número de aulas para sua realização, uma vez que envolvem uma série de etapas a serem desenvolvidas pelos estudantes.

As atividades práticas investigativas situam-se no contexto do ensino por investigação, que por sua vez trata-se de uma perspectiva do ensino baseada na “problematização, elaboração de hipóteses e teste de hipóteses, seja por meio da pesquisa, seja por meio da experimentação, podendo, portanto, envolver ou não atividades experimentais” (BASSOLI, 2014, p. 583).

A aprendizagem é facilitada conforme explica Marcondes (2008):

[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discutí-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o

desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico. (MARCONDES, 2008, p.2)

Para Oliveira (2010), uma de suas vantagens em relação as outras abordagens referem-se ao fato de que os resultados obtidos não são previsíveis e o professor não fornece as respostas de imediato, exigindo assim que os estudantes sejam de fato instigados a refletir, questionar, argumentar sobre os fenômenos e conteúdos científicos.

Os alunos podem nesse tipo de experimentação alcançar facilmente uma aprendizagem significativa, uma vez que se ela desperta o interesse e os motiva a investigar, além de tomar os conhecimentos prévios destes como ponto de partida na problematização investigada.

É importante destacar que esse tipo de abordagem é comumente confundido com a experimentação problematizadora (FRANCISCO-JR., FERREIRA e HARTWIG, 2008) fundamentada na pedagogia problematizadora de Paulo Freire, que também se afigura o caráter inovador da experimentação. Nesta, apresentam-se aspectos semelhantes à investigativa.

Porém segundo Taha (2015, p. 12) “a experimentação problematizadora tem o objetivo de ir além da investigação e deve ser capaz de instigar uma curiosidade mais ampla nos alunos, despertando uma criticidade em relação à transferência do conhecimento”.

Sendo assim, percebe-se que os três tipos de abordagens experimentais apresentam vantagens e desvantagens ao processo de ensino-aprendizagem, além de variar os papéis desenvolvidos por professores e alunos. Na intenção de resumir as principais características das atividades experimentais, Oliveira (2010) em seu trabalho traz um quadro sintetizando-as, conforme ilustrado no Quadro 1:

	<b>Tipos de abordagem atividades experimentais</b>		
	<b>DEMONSTRAÇÃO</b>	<b>VERIFICAÇÃO</b>	<b>INVESTIGAÇÃO</b>
<b>Papel do professor</b>	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
<b>Papel do aluno</b>	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
<b>Roteiro de atividade experimental</b>	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado

<b>Posição ocupada na aula</b>	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
<b>Algumas vantagens</b>	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado
<b>Algumas desvantagens</b>	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Quadro 1: Principais características das atividades experimentais de demonstração.

Fonte: adaptação feita pela autora do trabalho de OLIVEIRA, 2010.

## 1.2 A EXPERIMENTAÇÃO: PROBLEMAS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES

Nas últimas décadas, a experimentação no ensino de Ciências vem sendo intensamente debatida entre pesquisadores da área de educação em Ciências e geralmente apontada como um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI et al., 2001).

Muito se avançou em pesquisas sobre esse tema, devido suas diversas contribuições para as aulas, porém muitas críticas também são feitas relacionadas a alguns aspectos da sua aplicação no Ensino de Ciências em geral. Isso leva a necessidade de mudança na abordagem experimental em sala de aula, fazendo com que professores e pesquisadores procurem abordagens didáticas e metodologias que acompanhem as novas tendências educacionais.

Entre os principais entraves da Experimentação no ensino de Ciências, enfatizamos a visão simplista do potencial pedagógico que é dada a ela, a dicotomia teoria/prática, a falta de equipamentos e materiais adequados para sua realização, além das lacunas na formação docente, e do desinteresse dos alunos em participar das ações propostas.

De fato, Araújo e Abib (2003), concordam que muitos são os estudos sobre essa temática, sua importância para o contexto escolar, seu significado e suas tendências, porém esses autores ressaltam o fato de que:

[...] essa diversidade, ainda pouco analisada e discutida, não se explicita nos materiais de apoio aos professores. Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino [...]. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.177).

Porém a forma como a Experimentação vem sendo trabalhada, ainda reflete muito esse ensino tradicional, pautada na mera ilustração e comprovação de teorias. A ideia de que a teoria pode ser “comprovada” experimentalmente limita as contribuições que essa prática tem a oferecer. Buscando explicar essa questão, Galiazzi et al. (2001) afirma que a visão simplista dos professores se dá por, de modo geral, eles acreditarem que a experimentação é importante para o processo, sem questioná-la. Desse modo, o professor não está sendo reflexivo com sua práxis, mas aplicando metodologias que ‘culturalmente’ foram dadas como ideais.

A Experimentação requer atualizações, pois conforme orientado no PCN de Ciências Naturais as abordagens mais tradicionais precisam, ser revistas, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos predefinidos, na qual o aluno nem sempre tem consciência do objetivo daquela prática (BRASIL, 1997, p.84).

Essa dicotomia muito presente ainda nas aulas das Ciências experimentais distancia as contribuições da Experimentação para a aprendizagem do aluno, onde implicitamente é acreditado que basta reproduzir os experimentos como apêndices das aulas teóricas, e memorizar formulas e equações. As atividades experimentais em sua essência deveriam ser integradas com conhecimentos teóricos trabalhados com os alunos, de modo que eles não conseguissem dissociar teoria e prática.

Para tanto, surge a necessidade de um professor comprometido com o processo de ensino-aprendizagem, e que seja reflexivo com sua própria prática, para perceber a importância do uso de atividades experimentais, bem como processo de planejamento e elaboração de tal atividade.

Conforme Bizzo (2002) destaca:

[...] o experimento, por si só não garante a aprendizagem, pois não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante

do professor, que deve pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e propor se necessário, uma nova situação de desafio (BIZZO, 2002 apud MOREIRA et al, 2011).

As escolas, em sua maioria, não oferecem estruturas para o desenvolvimento de tais atividades, assim como a inexistência ou precariedade de laboratórios, falta de equipamentos e reagentes, e carga horária reduzida (SILVA e ZANON, 2000). Segundo os autores, os professores alegam não dispor de tempo para a elaboração de atividades práticas alternativas, que dispensem o uso de laboratórios e equipamentos específicos, além de turmas grandes.

Barros e Hosoume (2008), advertem que, a maioria das atividades experimentais escolares pode envolver o manuseio de materiais de fácil acesso, baratos e de montagem fácil. Existem alternativas que podem minimizar o problema da infraestrutura, pois existem várias opções de experimentos que podem ser realizados com materiais do cotidiano, e tais materiais podem ser reunidos pelos próprios alunos, já como uma prévia da atividade a ser desenvolvida posteriormente. Ao mesmo tempo em que esta é uma alternativa interessante para se superarem as dificuldades, pode colaborar para a realização de atividades práticas pedagogicamente empobrecidas e simplistas, dependendo do modo como são desenvolvidas.

É claro que diante da realidade da profissão do professor, principalmente de escola pública, problemas de infraestrutura e recursos dificultam a inserção de atividades experimentais em suas aulas, porém, o grande problema, reafirmam esses autores, está na formação docente, e nas concepções deste professor.

A experimentação não deve ser encarada de forma independente, dissociada da teoria, mas sim como uma atividade transformadora, adaptada à realidade (KOVALICZN, 1999). Este é um dos grandes desafios dos professores, pois é comum a realização de atividades experimentais desconectadas da teoria, isto é, os professores utilizam essa metodologia de modo demonstrativo e sem nexos com os conteúdos que são trabalhados em sala de aula.

Guerra et al. (2011) concordam que a carência da experimentação nas aulas deve-se principalmente à formação dos professores, pois:

[...] nada adiantará um laboratório bem estruturado se os docentes continuarem com uma visão simplista a respeito da experimentação, considerando como funções exclusivas do trabalho experimental comprovar leis e teorias, motivar o aluno e desenvolver habilidades técnicas ou laboratoriais. (...) a partir do momento que tivermos professores com uma melhor formação, o problema da falta de equipamentos poderá ser sanado ou minimizado quando estes perceberem o potencial das atividades práticas e cobrarem os materiais específicos em suas salas de aula.

Como mencionado, os experimentos ainda são frequentemente ministrados de forma aleatória e desvinculada do conteúdo, de maneira acrítica e deficiente, mantendo a dicotomia entre prática e teoria, onde o principal objetivo é a demonstração de conteúdos e a comprovação de teorias. Desta forma, a experimentação pouco contribui para a construção do conhecimento de Química e para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o exercício da cidadania (SUART, 2008).

Tal situação também é mencionada por Andrade e Massabni (2011) os quais defendem que “os professores, ao deixarem de realizar atividades práticas podem estar incorporando formas de ação presentes historicamente no ensino, pautado por uma abordagem tradicional, sem maiores reflexões sobre a importância da prática na aprendizagem de ciências” (ANDRADE e MASSABNI, 2011, p.836). Corroborando com esses autores, Teixeira (2003) ao abordar as tendências pedagógicas brasileiras ressalta que a prática docente é moldada e embasada nas tendências tradicionais, onde o professor é o detentor do conhecimento, e sua *práxis* é basicamente aulas expositivas com memorização de conteúdo, e sua forma de avaliação resume-se à testes avaliativos.

É difícil para um professor que foi moldado sob as diretrizes tradicionais dissociar-se de tais metodologias, é preciso que para isso sejam professores reflexivos e críticos com sua própria prática pedagógica e também com sua formação, buscando cada vez mais aprimorar seus conhecimentos e cerca-se de novas estratégias metodológicas. Segundo Schnetzler (1992) o estilo de ensino de um professor manifesta a sua concepção de educação, de aprendizagem e dos conhecimentos e atividades que propicia aos seus alunos.

Porém, geralmente, a visão que se têm dos outros e muitas vezes dos próprios professores é que eles são tidos como técnicos em suas áreas de atuação, e encontram-se desprovidos de saberes, ações, hábitos e atitudes que lhe ajudem a superar as dificuldades do ato de ensinar (SILVA; SCHNETZLER, 2006, p. 211). Essa concepção sobre sugere que para ensinar basta saber os conteúdos, empregar práticas pedagógicas e repassar para os alunos, gerando uma visão simplista da docência.

No entanto, a valorização do professor é definida por lei, pois assim como no artigo 3º da LDB, a Resolução CNE/CEB nº 2/2009, baseada no Parecer CNE/CEB nº 9/2009, que trata da carreira docente, reforça e defende que a valorização do professor está diretamente relacionada na qualidade do processo educativo. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013) ressalta-se a importância de valorizar e investir na carreira docente bem como, menciona-se que os critérios para proporcionar aos sistemas educativos e às escolas apoio à valorização dos profissionais da educação são definidos por um órgão

específico, o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Professores da Educação (FUNDEB). O incentivo para a formação continuada dos professores é imprescindível para tentar minimizar esses problemas, visto que:

a formação inicial e continuada do professor tem de ser assumida como compromisso integrante do projeto social, político e ético, local e nacional, que contribui para a consolidação de uma nação soberana, democrática, justa, inclusiva e capaz de promover a emancipação dos indivíduos e grupos sociais (BRASIL, 2013, p. 58).

Segundo Domingui et al. (2012, p.142) “os professores de Ciências não só carecem de uma formação adequada, mas também não têm consciência de suas insuficiências”. Os professores, até mesmo que aqueles que fazem uso frequente da experimentação em suas aulas, não conhecem as possibilidades de contribuição dessa atividade, e as várias abordagens que pode ser trabalhada, ou apresentam visões equivocadas dos objetivos da experimentação no contexto escolar (GALIAZZI et al., 2001; OLIVEIRA, 2010).

Autores como Carvalho e Gil-Perez (1998), Schnetzler (2002), Fourez (2003), entre outros, apontam para o fato de que os cursos de formação de professores ainda deixam a desejar quanto a preparação desse profissional na articulação de abordagens metodológicas que potencializem o processo de ensino-aprendizagem, e destacam a importância de que consigam compreender a relação entre o conhecimento escolar e o conhecimento científico.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013) os cursos de formação inicial e continuada de docentes precisam levar em conta que:

no exercício da docência, a ação do professor é permeada por dimensões não apenas técnicas, mas também políticas, éticas e estéticas, pois terão de desenvolver habilidades propedêuticas, com fundamento na ética da inovação, e de manejar conteúdos e metodologias que ampliem a visão política para a politicidade das técnicas e tecnologias, no âmbito de sua atuação cotidiana (BRASIL, 2013, p. 59).

Essas lacunas na preparação docente podem fazer com que, “os professores se ressentem na hora de trabalhar em sala de aula com metodologias diferenciadas que deem conta do que se espera da escola e de sua função” (DOMINGUINI et al. 2012, p.143).

No intuito de minimizar estes problemas o processo de formação de um professor reflexivo requer, aos poucos, um novo enfoque às metodologias investigativas, pautado em procedimentos científicos. Tem-se atentado que os cursos de formação precisam explorar diferentes perspectivas na formação dos saberes profissionais dos licenciandos, na qual os

futuros professores precisam apreender e compreender a prática reflexiva, construindo-a em processo de aprendizado.

O papel do professor é o de oportunizar os alunos ao contato direto com “fenômenos naturais e artefatos tecnológicos, em atividades de observação e experimentação, nas quais fatos e ideias interagem para resolver questões problematizadoras, estudando suas relações e suas transformações, impostas ou não pelo ser humano” (BRASIL, 1998, p.58).

É importante que os cursos de graduação trabalhem intensamente não só a questão conteudista, mas atentem-se para a formação reflexiva, preparando o futuro professor a apropriar-se de recursos pedagógicos dinâmicos de modo a promover o sucesso do processo de ensino-aprendizagem. Assim, como os professores podem apresentar limitações quanto a utilização de atividades experimentais em suas aulas, é importante enfatizar que os alunos também apresentam dificuldades.

Embora seja uma disciplina que articula facilmente com o cotidiano dos alunos, o ensino de Química enfrenta diversas dificuldades no contexto escolar, onde os professores, de modo geral, não mostram essa relação e é de senso comum que os alunos não sintam interesse pelas matérias que não desperte sua curiosidade e seu interesse (COSTA, 2015).

A Química é vista como vilã pelos alunos do ensino básico, por apresentar-se de modo pouco motivador para o aluno, por estar centrado em conceitos e fórmulas, e não apresentar a relação que situações reais tem com essa Ciência tão presente em tudo que nos rodeia (ABRAHAM et al., 1997). A abordagem atual do ensino da Química é feita com ênfase na linguagem, métodos de obtenção, memorização de conteúdo, tais como propriedades periódicas e propriedades da matéria, em detrimento ao estudo de assuntos mais relevantes, como as ferramentas para a interpretação e utilização do mundo físico (RICARDO, 2001).

Nesse sentido, a atividade experimental no ensino da Química surge como uma importante ferramenta pedagógica, apropriada para despertar o interesse dos alunos, cativá-los para os temas propostos pelos professores e ampliar a capacidade para o aprendizado. A motivação nesse processo compõe um dos fatores determinantes nas ações de professores e alunos, e é ela quem vai estimular a participação ativa, aguçar a curiosidade e reestruturar a aula num dinamismo não convencional (GONÇALVES e COMARU, 2017).

De forma geral, a Experimentação embora já tenha passado por vários avanços em todos os seus aspectos, ainda enfrenta muitas dificuldades para sua efetividade no contexto escolar. Destaca-se o papel do professor nesse processo, bem como a necessidade de uma formação comprometida com todas as nuances que o processo de ensino-aprendizagem oferece.

## 2. A EXPERIMENTAÇÃO SOB O VIÉS INVESTIGATIVO

É unânime em documentos que tratam do ensino de Ciências o papel social que as disciplinas científicas desempenham na formação de alunos e cidadãos comprometidos e responsáveis pela sociedade que vivemos.

Essas disciplinas vão além do conhecimento técnico de fenômenos, por exemplo, mas têm por objetivo oferecer aos alunos condições para que os mesmos se posicionem, julguem e tomem decisões sobre tais fenômenos. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química (BRASIL, 2002) os alunos desenvolvem essas capacidades por meio das interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem uma abordagem diferente na forma tradicionalista e mecanicista como cada componente curricular é trabalhado nas escolas.

Necessita-se, superar o atual ensino praticado, oferecendo o acesso a conhecimentos químicos que permitam a "construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação" (BRASIL, 1999, p. 241).

Para tanto, muitos autores defendem que uma alternativa é inserir metodologias inovadoras que alcancem realmente os objetivos propostos por essas disciplinas. Nesse contexto o ensino por investigação destaca-se, uma vez que um de seus requisitos é a significação de novos conceitos aos conhecimentos já familiares para os alunos.

Serão tratadas nesse capítulo o ensino pautado na investigação, especificamente a modalidade metodológica Experimentação investigativa, mas antes acredita-se necessário discutir a questão social do ensino de Química e da experimentação para a formação social e cidadã dos alunos.

### 2.1 O ENSINO DE QUÍMICA: A IMPORTÂNCIA PARA A CIDADANIA

A educação é um dos requisitos fundamentais para que os indivíduos tenham acesso ao conjunto de bens e serviços disponíveis na sociedade. Este processo tem início no seio familiar, e sua continuação é dada pelas relações interpessoais na sociedade, e pelos processos formativos desenvolvidos nas instituições de ensino, chamado educação escolar.

A escola hoje, pelo menos em uma perspectiva teórica encontra-se fortemente comprometida com um ensino de qualidade e com a ideia de construção da cidadania. Os conteúdos escolares ensinados aos alunos são entendidos como parte de um instrumental necessário para que todos compreendam a realidade à sua volta e adquiram as condições

necessárias para discutir, debater, opinar e mesmo intervir nas questões sociais que marcam cada momento histórico (BRASIL, 1997).

A educação escolar brasileira é regida pela LDB, pelo Plano Nacional de Ensino (PNE) e pelos Parâmetros Curriculares Nacional (PCNs), e gerida pelo Ministério da Educação (MEC), sob organização da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em regime de colaboração. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (Lei nº 9.394/96) em seu artigo 2º estabelece que a Educação é dever da família e do Estado, em prol do pleno desenvolvimento do educando como cidadão e sua preparação para o mercado de trabalho (BRASIL, 1998).

Há para tanto uma divisão nos níveis escolares, onde a LDB estabelece em seu artigo 21 que a educação escolar compõe-se de: I – educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio; II – educação superior.

A formação básica do cidadão, inicia-se com a segunda etapa da educação básica, a qual é constituída pelo ensino fundamental, com duração de nove anos, para crianças a partir dos seis anos de idade, oferecida de forma gratuita às crianças e adolescentes (BRASIL, 2014). A última etapa da educação básica, compreende o ensino médio, com duração mínima de três anos, tem por finalidade a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos escolares, a preparação do aluno para a mercado de trabalho, formação cidadã, humana e crítica.

Além de todas as áreas trabalhadas na educação básica, destacamos a importância do ensino das Ciências na busca da efetivação dos objetivos propostos, pois este contribui significativamente para essa formação, por apresentar ao indivíduo fenômenos naturais e sociais de forma contextualizada, possibilitando a compreensão do mundo e aprimorando a sua atuação como cidadão. Trabalhar os conteúdos de Ciências é dar oportunidade a crianças e jovens de entender o mundo e interpretar as ações e os fenômenos que observam e vivenciam no dia a dia. Com a tecnologia mais presente na vida das pessoas, ter conhecimento científico também significa estar preparado para analisar as questões da contemporaneidade e se posicionar frente a elas.

O ensino de Ciências, segundo Fumagalli (1993), tem seus objetivos pautados em três prováveis pressupostos, definidos pelo autor como: “a) a garantia às crianças e aos adolescentes do direito de aprender ciências; b) o dever da escola, desde o ensino fundamental de socializar conhecimentos científicos não apenas para seus alunos, mas para toda população; c) o valor social e cultural do conhecimento científico”.

Sendo assim, atua na construção de uma estrutura geral da área que favoreça uma

aprendizagem significativa do conhecimento histórico acumulado e a formação de uma concepção de ciências, suas relações com a Tecnologia e com a Sociedade. Nesta perspectiva, a valorização do ensino de Ciências comprometido com a construção da cidadania e da democracia pressupõe que o mesmo deve ser desenvolvido de forma inter e multidisciplinar (SPOSITO, 2011).

Snyders (1988), destaca a importância de se promover uma alfabetização científica que poderá construir-se como alternativa eficaz no desenvolvimento crítico e criativo do educando, onde Chassot (2000) define a alfabetização científica como um “conjunto de conhecimentos que facilitarão aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”.

As transformações na sociedade, na área científica, na educação encontram-se vinculadas a importância que a Ciência possui para o desenvolvimento econômico da sociedade. Há a necessidade de se ter um ensino de Ciências mais vivo e dinâmico, onde se usará de base as atividades humanas que foram se construindo ao longo do tempo (SILVA e INFORSATO, 2000).

É nesse sentido que os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1998) defendem que “os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser aprendida em suas relações com a tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais”. Acrescenta-se nesse documento que o ensino das Ciências, sejam quais forem, deve promover no aluno a capacidade de “redescobrir” o já conhecido pela Ciência, onde a democratização do conhecimento científico é essencial não apenas para eventuais futuros cientistas, também para o cidadão comum (BRASIL, 1997).

Ele oferece “a vinculação dos conhecimentos científicos com a prática relacionada à contextualização dos fenômenos físicos, químicos, biológicos e sociais, bem como a superação das dicotomias entre humanismo e tecnologia e entre a formação teórica e técnica instrumental” (BRASIL, 2009), em que esses conhecimentos são ministrados inicialmente no ensino fundamental II através da disciplina de Ciências Naturais, e dar-se-á continuidade do processo com o ensino das disciplinas Química, Física e Biologia no Ensino Médio.

Dentre as Ciências trabalhadas na escola básica, destacamos a Química em vista de suas contribuições para a formação de alunos críticos e reflexivos acerca do meio em que está inserido. Segundo BRASIL (1998), a Química, como disciplina escolar é um instrumento de formação humana, um meio para interpretar o mundo e interagir com a realidade.

O estudo de Química é fundamental para desenvolver a capacidade de raciocinar, observar, redigir com clareza e buscar explicações sobre o que se vê, o que se lê e, principalmente, o que se faz. Para Cantini (2006) a Química faz parte de nossas vidas e de nossas relações diárias com o meio ambiente, onde devemos adquirir conhecimentos básicos desta Ciência experimental, muitos deles essenciais para o exercício pleno da cidadania.

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, permitindo-os julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola, além de tomar decisões de forma autônomas, enquanto indivíduos e cidadãos. Este aprendizado deve propiciar ao aluno o entendimento tanto dos processos químicos em si, quanto de estreitas relações com aplicações tecnológicas, ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 1999).

O PCN de Química alerta que ela, em si, não é suficiente para o entendimento do mundo físico, os conceitos e leis precisam estar interligados e contextualizados (BRASIL, 2002). Além disso, é essencial que os alunos conheçam o dinamismo presente nesta Ciência, e sua trajetória histórica, a fim de esclarecer que como uma Ciência ela passou por avanços, superação de erros e conflitos para chegar à elaboração do conhecimento. Ricardo (2001) enfatiza a importância que conhecer esses aspectos tem para os alunos, pois de outra forma, o aluno terá a impressão de uma Ciência neutra e acabada, e não como uma criação humana sujeita a avaliações éticas e morais.

Enquanto Ciência, pode-se apontar que essa estuda a matéria, as transformações químicas por ela sofridas e as variações de energia que acompanham estas transformações (KOTZ e TREICHEL, 2002). Em uma visão geral, aborda um grande número de assuntos essenciais para a compreensão dos eventos que ocorrem nos ambientes nos quais os organismos estão inseridos. Têm como principais aplicações sociais o controle de alimentos industrializados, os processos de remediação da poluição, a fabricação e desenvolvimento de medicamentos, devendo contribuir para que o aluno amplie sua capacidade de pensar e de tomar decisões dentro do contexto social em que ele está inserido.

O aprendizado de Química implica a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, permitindo-os julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola, além de tomar decisões de forma autônomas, enquanto indivíduos e cidadãos.

Este aprendizado deve propiciar ao aluno o entendimento tanto dos processos químicos em si, quanto de estreitas relações com aplicações tecnológicas, ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 1999).

No entanto, o professor precisa ter como objetivo a promoção de uma aprendizagem significativa, a qual pode ocorrer quando os conhecimentos prévios dos alunos são utilizados como ponto de partida para a introdução de novos temas, havendo a assimilação de uma nova informação. Deste modo, necessita que a nova informação ancore-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (GIANI, 2010).

Sob essa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio em Química (PCN+ de Química) defendem a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino, principalmente das disciplinas de ciências, baseando-se em situações cotidianas e na investigação por meio da experimentação (BRASIL, 2002).

Diante disso, Giordan (2010) acredita que:

O diálogo do professor com os alunos no início da apresentação de um novo tema exige, via de regra, a mediação que envolve tanto a presença de meios de apoio ao ensino - materiais de divulgação científica são um exemplo – como um esforço verbal por parte do professor para atualizar as experiências anteriormente vivenciadas na sala de aula e registradas na memória dos alunos. Outra característica desse processo de contextualização está relacionada àquilo que podemos chamar de deslocamento comunicacional.

Assim, o papel do professor deve ir além da mera transmissão de conhecimentos, mas deve buscar metodologias estratégicas para aprimorar o processo de aprendizado.

O ensino de Ciências contribui significativamente na formação de cidadãos críticos e participativos na sociedade, por entre tantos motivos, trabalhar temas relacionados com o meio em que vivem os alunos, onde a apropriação desses conhecimentos fornece ao aluno a capacidade de opinar de forma categórica nas tomadas de decisões do seu meio social, assim como contribuir para o desenvolvimento social, uma vez que poderá assumir uma postura comprometida com os problemas sociais e ambientais.

O desenvolvimento de competências e habilidades como o reconhecimento e aplicação dos limites éticos e morais, a análise dos aspectos socioeconômicos envolvidos, a interpretação de fatos químicos, além da formação da cidadania, pode ser alcançada através de temas transversais e multidisciplinares como o meio ambiente, novas tecnologias, a produção agrícola e a indústria química.

A importância de se trabalhar essa abordagem no ensino de Ciências, em especial na disciplina de Química, destaca-se pela direta relação que os conteúdos da disciplina possuem com esta temática, uma vez que conforme o PCN+ de Química a mesma “participa do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político. A sociedade e seus cidadãos interagem com o conhecimento químico por diferentes meios” (BRASIL, 2002).

Essa preocupação com temas relativos à preservação e restauração ambiental sofrendo uma série de modificações culminando hoje com o amplo e variado espectro de concepções que é chamado genericamente de “educação ambiental” (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007, p.4).

A Educação Ambiental, em si, constitui-se uma preocupação mundial, onde acredita-se que a inserção desta no componente curricular configura-se como uma importante estratégia para o combate aos problemas socioambientais que crescem esporadicamente. Ela, encontra-se amparada pela Constituição Federal e pela Lei nº 9.795/99, que dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), bem como pela legislação dos demais entes federativos.

Entre elas, destacamos o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, 1992, elaborado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) que enfatiza a Educação Ambiental como instrumento de transformação social e política, comprometido com a mudança social, rompendo com o modelo desenvolvimentista e inaugurando o paradigma de sociedades sustentáveis (BRASIL, 1999).

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação básica em seu documento destacam um capítulo específico para discutir sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), onde a conceituam como sendo “os processos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem conhecimentos, habilidades, atitudes e valores sociais, voltados para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 2013, p. 549).

Segundo, ainda, o referido documento:

o atributo “ambiental” na tradição da Educação Ambiental brasileira e latino-americana não é empregado para especificar um tipo de educação, mas constitui-se em elemento estruturante que demarca um campo político de valores e práticas, mobilizando atores sociais comprometidos com a prática político-pedagógica transformadora e emancipatória capaz de promover a ética e a cidadania ambiental” (BRASIL, 2013, p. 557).

Neste contexto, entende-se que ela é um componente essencial do contexto escolar, devendo ser articulada de maneira integrada, contínua e permanente no componente curricular da educação básica.

Propõe-se segundo Brasil (2013) que a abordagem ambiental seja inserida por meio da transversalidade, onde temas envolvendo o meio ambiente e a sustentabilidade socio ambiental sejam trabalhados interdisciplinarmente, por meio de conteúdo de disciplina ou componente já constante do currículo.

É então necessário que as escolas proporcionem aos docentes a integração da temática ambiental em suas disciplinas, destacando a relação que as de Ciências tem diretamente com esse tema que facilita tal incorporação.

Ressalta-se que o Ensino de Ciências é de fundamental importância para a formação cidadã, pois além de modificar o modo de pensar do aluno, no sentido de aperfeiçoar os seus conhecimentos prévios, pode alfabetizá-lo cientificamente, formando todo o alicerce necessário para uma ótima assimilação de conteúdos no ensino médio, o que reflete na consciente tomada de decisões frente as questões socioambientais.

Portanto, verifica-se a necessidade de desenvolver metodologias que viabilizem o processo de “ensinar Química” e inserir questões ambientais do dia-a-dia dos alunos, pois segundo as Orientações Curriculares para Ensino Médio (BRASIL, 2006), “não existe uma forma homogênea de organização do conteúdo da Química no currículo escolar, porém esta deverá obedecer ao princípio da flexibilidade e adequação à realidade escolar”, visto que a promoção da cidadania é um objetivo comum tanto para a disciplina em si, como para a Educação Ambiental e Educação Básica.

## 2.2 EXPERIMENTAÇÃO POR INVESTIGAÇÃO

O Ensino por investigação tem ganhado espaço nas pesquisas científicas, como reflexo da inserção crescente no contexto escolar. Embora ainda esteja longe de dominar esse cenário, já se percebe a opção de trabalhar os conteúdos das mais variadas disciplinas sob um olhar investigativo.

As exigências do Ensino de Ciências contemporâneo, bem como, as contribuições da globalização na sociedade exigem que os alunos adquiram habilidades que os permitam analisar, julgar, se posicionar e tomar decisões pelas quais ele se sinta responsável e possa

ser responsabilizado no contexto social (LIMA, 2013). De acordo com a LDB ao final do Ensino Médio, os alunos precisam desenvolver tais competências de modo que sua formação tenha permitido galgar os quatro pilares da educação do século XXI: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser.

Uma das grandes vantagens oferecidas ao optar por ensinar a partir da investigação consiste no interesse que os alunos manifestam por participar de atividades dessa natureza. Segundo Zuliani (2006, p. 40) a importância de o próprio aluno manifestar tal interesse se dá, pois, a aprendizagem de maneira geral é “um processo de internalização, no qual o indivíduo deve desejar e, conseqüentemente, buscar o conhecimento”. É preciso que o sujeito do processo de aprendizagem esteja disposto a fazê-lo, para então aprender. Porém a mesma autora ressalta que é imprescindível que para alcançar o desejo dos alunos em aprender, precisa-se propor atividades selecionadas considerando os interesses dos mesmos, buscando relacionar os conceitos científicos com o seu cotidiano.

O Ensino investigativo não configura-se porém como uma mera ferramenta para a prática pedagógica, mas para Martins (2015, p. 16) “o real significado do ensino por investigação é construir, arquitetar o conhecimento já imposto previamente e reconstruí-lo com o passar do tempo”. O objetivo de usar o ensino por investigação, hoje, não é mais o de formar cientistas, como na década de 1960 (ZOMBERO e LABURU, 2010), mas direciona-se para uma finalidade que vai além do ensino tradicional, onde busca-se trabalhar o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, desenvolvendo a criticidade e a capacidade de argumentação.

Uma importante referência na pesquisa voltada para essa temática é o Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEF), onde tem sido produzidos trabalhos de grande contribuição nesse contexto. O laboratório é coordenado pela professora Doutora Anna Maria Pessoa de Carvalho, uma autora cujos trabalhos tem sido frequentemente citados em produções acadêmicas pautados no ensino por investigação. Ressalta-se que na presente pesquisa os trabalhos dessa autora (CARVALHO 2009, 2011, 2013, 2018), bem como Solino, Ferraze e Sasseron (2015), Carvalho e Gil-Perez (1998), entre outros autores que têm publicado nas revistas da área foram tidos como referência.

Segundo Carvalho (2018) para o LAPEF, define-se como ensino por investigação:

o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: • pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; • falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos

construídos; • lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; • escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018, p. 766).

Ensinar por meio de investigação requer que o professor analise não só se o aluno aprendeu tal conteúdo, mas se ele é capaz de falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo. É preciso para tanto despertar a curiosidade natural dos alunos para ir além da simples observação, direcionando-a para a construção do aprimoramento do conhecimento científico. Assim como a Ciência não resume-se ao correto e simples, ou exato e único, é importante propor desafios aos estudantes, para que eles sejam os atores principais do saber, com argumentos próprios, formado a partir das hipóteses e das soluções impulsionadas pela investigação (MARTINS, 2016).

De acordo com Oliveira et al. (2015) esta modalidade de ensino, abrange múltiplas tarefas como:

a realização de observações; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planejamento de investigações; a revisão do que já se sabe sobre a experiência; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração, a previsão e a resposta à questão; e a comunicação dos resultados.

Ao proporcionar o desenvolvimento de tais tarefas, propõe-se um novo direcionamento para o processo de ensino e aprendizagem, pois como já mencionado, tem sido caracterizado como uma inovação de ensino. Neste, o objetivo não consiste apenas na aprendizagem de conteúdos teóricos, mas propõe além de tudo, apresentar aos alunos a possibilidade de construir o conhecimento, e não, recebê-lo de forma “pronta e acabada” como no ensino tradicional.

O modelo de ensino construtivista norteia o ensino investigativo, o qual parte de pressupostos teóricos de origem epistemológica e psicológica, em que o próprio indivíduo constroa seu conhecimento. Carvalho (1992) afirma que o desenvolvimento do construtivismo no ensino apresenta três pressupostos: 1) o aluno é o construtor do seu próprio conhecimento; 2) o conhecimento é um contínuo, isto é, todo conhecimento é construído a partir do que já se conhece; 3) o conhecimento a ser ensinado deve partir do conhecimento que o aluno já traz para a sala de aula.

Autores como Grandy e Duschl (2007) enfatizam a importância do ensino por investigação no currículo escolar, visto que, ele proporciona que os estudantes realizem investigações e tenham noções práticas e teóricas sobre o que seja a investigação científica. Essa importância se estende pela visão errônea que têm-se ainda sobre o fazer Ciência,

destacando a necessidade de atualizar a própria ideia de investigação tal qual é levada para a sala de aula (SASSERON, 2015).

Nesse contexto os autores Solino, Ferraze e Sasseron (2015) consideram o ensino por investigação como uma abordagem didática, não estando diretamente atrelada a uma estratégia metodológica específica de ensino, configurando-se como de “formas de agir e interagir que o professor utiliza em sala de aula para suscitar e desenvolver a abordagem de temas com seus estudantes” (SOLINO, FERRAZE e SASSERON, 2015, p. 3).

Nos documentos que gerem o ensino brasileiro as disciplinas científicas são organizadas em uma determinada área do conhecimento (área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias), “que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos” (BRASIL, , p. 20). Essa área apresenta como objetivos a serem desenvolvidas pelos alunos competências que integram os seguintes conjuntos: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural.

O Ensino investigativo contribui significativamente para o desenvolvimento dessas competências, uma vez que a própria investigação é posta como referência nesse conjunto de habilidades.

Solino et al. (2015) definem a investigação como um processo aberto pautado nas características do próprio problema em análise, onde os conhecimentos já existentes e já reconhecidos pelos participantes do processo constituem a base para a resolução do problema e conseqüentemente produção do conhecimento.

A problematização no ensino por investigação é um convergente entre vários autores (ZULIANI, 2006), onde a necessidade de partir de uma problemática inicial é fundamental para que os alunos iniciem o processo.

O problema proposto nas atividades investigativas é que irá despertar o raciocínio dos alunos, o qual antes de mais nada precisa estar relacionado com a realidade do mesmo, isto é, precisa ser significativo para ele, e motiva-lo para que ele possa construir o conhecimento, pois segundo Carvalho (2011, p. 259) “como partimos do pressuposto que o aluno é o construtor de seu conhecimento e este conhecimento é a resposta a uma questão, se essa questão não motivar o aluno e não for significativa para ele, ele não irá construir o conteúdo desejado”.

Isso entra em consonância com os pensamentos de Castro (2016, p. 30), o qual afirma que desta maneira o professor consegue “tornar o conteúdo mais interessante por trazê-lo

para mais perto do universo cognitivo não só do aluno, mas do próprio homem, que antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece”.

Carvalho (2011) em seu trabalho referênciamos grandes estudiosos como Piaget e Bachelard que ressaltam que a importância do problema como gênese para a construção do conhecimento é ponto fundamental dos trabalhos seus estudos. Nos trabalhos de Piaget sempre são propostas problemáticas para que o indivíduo organizasse seu pensamento; e Bachelard, evidencia essa importância quando propõe que "todo conhecimento é a resposta a uma questão”.

Além disso, essa autora afirma ainda que ao ensinar Ciência por meio da investigação, fornecendo-lhes problemas, proporciona-se aos alunos a possibilidade de olharem e analisarem os problemas do mundo, possibilitando a elaboração de estratégias e planos ação. Dessa maneira, cria-se uma relação entre o estudado e o vivido, quebrando uma barreira entre o que se estuda em sala de aula, com o que é vivido na realidade desse aluno.

É necessário, porém, evidenciar que as atividades de caráter investigativo não buscam fazer com o que os alunos desenvolvam, de modo algorítmico, um método científico, reafirmando que não se objetiva a formação de cientistas, mas busca-se por meio de habilidades adquiridas com o trabalho de investigação que os alunos consigam pensar sobre os fenômenos de modo não superficial, afim de superar as evidências do senso comum (ZOMPERO e LABURÚ, 2010; CAMPOS e NIGRO, 1999)

### **2.2.1 Sequência de Ensino por Investigação**

A investigação empregada no ensino de Ciências não tem mais o objetivo de formar cientistas, mas sim que os alunos desenvolvam habilidades essenciais para o aprendizado. A experimentação possibilita a uma aproximação entre a “Ciência dos cientistas” e a “Ciência da escola”. Segundo essa abordagem, ela deve apresentar um método científico “aberto”, isto é, procedimentos sistematizados que não são necessariamente roteiros e que possuem flexibilidade de acordo com os objetivos propostos pela prática.

O professor não pode esperar, portanto que os alunos comportem-se como cientistas diante das práticas, pois segundo Carvalho (2013, p. 9) “eles não têm nem idade, nem conhecimentos específicos e nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tanto”, além disso o que se pretende com a experimentação investigativa não é formar cientistas como o ensino de Ciências propunha antigamente, mas sim introduzir os alunos a um processo do trabalho científico de modo simplificado, para que gradativamente ampliem sua cultura científica e aprimorem a linguagem científica.

Propor uma investigação em sala de aula faz com que os alunos sintam-se desafiados, o que prende sua atenção na proposta, fazendo-os envolverem-se diretamente com o processo de construção do saber (BORGES, 2002). Mas exige de todos os envolvidos no processo, pois inúmeros fatores podem contribuir para o insucesso da atividade, tais como: a falta de material; a infraestrutura da escola; e o desinteresse dos estudantes pelo conteúdo ou pela atividade naquele momento (HILÁRIO, 2018).

Carvalho et al., (1999, p. 42) defendem que os problemas a serem resolvidos por meio da experimentação devem envolver etapas típicas de uma investigação científica, onde “a atividade deve estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras, diálogo, envolvendo, portanto, a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos”. Assim, para a aplicação dessa metodologia em sala de aula o professor tem o desafio de organizar as atividades experimentais de modo a inserir a investigação em cada etapa da realização.

Para tanto faz-se necessário planejar Atividades Investigativas e Sequências de Ensino sob a luz do ensino investigativo. Carvalho (2018) afirma que para estudar a relação entre o ensino e a aprendizagem em sala de aula na perspectiva investigativa é necessário desenvolver atividades de caráter investigativo (sejam elas laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, e/ou os mais variados recursos tecnológicos) dispostos em aulas sequenciadas, onde cada atividade desenvolve sua contribuição na construção do conhecimento científico.

Munford e Lima (2007) defendem que dificilmente uma aula consiga abranger os objetivos que uma prática investigativa propõe. Esses mesmos autores enfatizam a necessidade de apresentar um elenco variado de aulas para trabalhar temas através da investigação.

O ensino investigativo para alcançar um melhor resultado precisa ser planejado e elaborado cuidadosamente, atentando-se para a realidade dos sujeitos envolvidos, mas principalmente respeitando fases de amadurecimento cognitivo destes. Dificilmente uma atividade de cunho investigativo compreenderá uma única aula, ou um único momento de aprendizagem, mas desenvolve-se em uma sequência de aulas/momentos planejados para tal atividade. Desta maneira, Pais (2001, p. 102) define o termo Sequência Didática (SD) como um conjunto formado “por certo número de aulas (também denominadas de sessões) planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos na pesquisa”.

Seguindo essa perspectiva, Zabala (1998) considera que uma Sequência Didática é uma proposta metodológica, determinada e ordenada por atividades que formam as unidades

didáticas, realizadas a partir de certos objetivos educacionais, conhecidos pelos sujeitos envolvidos. Estas Sequências não necessariamente tratam de uma abordagem investigativa, porém quando partem dessa premissa temos as chamadas Sequências de Ensino por Investigação (SEIs). Nesse sentido, Santos (2016) defende que as Sequências de Ensino Investigativas proposta por Carvalho (2013) surgem após o conceito de Sequências Didáticas, estando diretamente ligada à SD em Ciências que também tratam de sequências de aulas com objetivos em comum.

A autora Ana Maria Pessoa de Carvalho e seus colaboradores propõem o desenvolvimento de “sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das intensões didáticas” (CARVALHO, 2013, p. 9), as Sequência de Ensino por Investigação (SEI). Baseiam-se para tanto em alguns teóricos construtivistas, como Piaget, e sociointeracionistas como Vygotsky, Lemke, Driver e Lawson, para a definição e orientação do planejamento e elaboração desses conjuntos de atividades investigativas.

As SEIs oferecem aos professores ações planejadas, não apenas com relação aos materiais a serem utilizados na realização das atividades, mas também das possíveis interações, podendo variar de acordo a proposta do professor, sendo possível adequá-las de acordo com a atividade a ser praticada, podendo ou não integrar outras modalidades de atividades.

Carvalho (2013, p. 18) destaca que “a proposta das SEIs está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas como no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica”. Envolve, portanto, uma série de atividades que direcionam para o processo investigativo que considera os conhecimentos prévios dos sujeitos, bem como proporciona aos mesmos construir um novo conhecimento científico.

Embora não requeira o uso de roteiros, Carvalho (2012) e Solino, Ferraze e Sasseron (2015) ressaltam que algumas etapas são imprescindíveis nas SEIs: a problematização inicial, levantamento de hipóteses, a sistematização dos conhecimentos, e a contextualização do conhecimento com a realidade dos alunos, podendo incluir a análise dos dados e discussão dos resultados. Ressalta-se que os autores não propõem essas como etapas fixas, mas sim etapas essenciais para a eficiência do processo.

De acordo com Carvalho (2013), as SEIs partem geralmente de um problema, seja teórico ou experimental, onde o professor apresenta o questionamento aos alunos e a partir desse irão investigar sua possível solução.

O problema precisa ser uma questão atrelada a realidade dos alunos, e elaborada com base nos pressupostos teóricos da investigação. Segundo Carvalho (2012, p. 11) o problema “não pode ser algo que os espantem, e sim provoque o interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou estruturados) sobre o assunto”.

É essencial saber elaborar um problema ideal para determinada atividade investigativa, na qual Carvalho (2018, p. 771) defini que um bom problema é aquele que:

- dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo;
- dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo;
- dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem;
- dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar;
- quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985), esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos. Por outro lado, nas aulas experimentais um bom problema é aquele que dá condições para que os alunos:
- passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica);
- construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis).

A autora defende que se um problema promover tais condições, facilmente conseguirá bons resultados no processo de aprendizagem, ou seja, os alunos terão condições para construir um novo conhecimento de forma significativa.

Embora nas atividades investigativas o professor tenha papel de mediador e orientador, é ele o corresponsável pelo sucesso ou não da prática. O planejamento é a etapa fundamental, pois precisa levar em consideração os materiais didáticos que darão suporte à investigação, pois precisam ser preparados simultaneamente com o problema, uma vez que um depende intrinsecamente do outro (CARVALHO, 2013).

Esse material de apoio quando trata da experimentação consiste nos instrumentos que os alunos utilizam para realizar o experimento. Podem ser materiais disponíveis no laboratório ou materiais alternativos (textos, vídeos, etc.), não limitando a prática ao espaço laboratorial.

Após o contato tanto com o problema quanto com os materiais de apoio, após a realização dos experimentos os estudantes são provocados a levantar hipóteses sobre as possíveis soluções, manifestando suas ideias para resolver o problema. Essa etapa é destacada

ainda por Carvalho (2012, 2013) como a base para a construção do conhecimento científico uma vez que:

É a partir das hipóteses – das ideias – dos alunos que quando testadas experimentalmente deram certo que eles terão a oportunidade de construir o conhecimento. As hipóteses que quando testadas não deram certo também são muito importantes nessa construção, pois é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema (CARVALHO, 2013, p.11).

Os erros também são resultados em qualquer trabalho científico, e os alunos precisam tomar consciência de que na investigação os resultados são incógnitos, as quais podem originar ou não resultados positivos, distanciando completamente das ideias propostas nas experimentações por verificação, isto é, que busca incessantemente uma “resposta certa”.

Além disso, é preciso que tenham consciência de que na Ciência um não resultado, também é um resultado, cabendo aos investigadores gerar hipóteses para tal.

O processo segue após as hipóteses com a sistematização de todo o aparato cognitivo levantado até então. Segundo Carvalho (2011) a discussão do que fora feito é imprescindível para o processo de aprendizagem, visto que ao ouvir ou responder a uma pergunta, o aluno relembra o que fez e colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado.

Novos questionamentos são propostos pelo professor afim de fazer com que os alunos expliquem os resultados obtidos, justificando-os. Segundo a autora é nesse momento que os alunos buscam por palavras que consigam explicar os fenômenos, ou seja, busca a ampliação do seu vocabulário.

A autora chama de “etapa de escrever e desenhar” o momento final desse processo em que os alunos partem para a aprendizagem individual, onde transcrevem ao papel todas considerações acerca do trabalho realizado. Oliveira e Carvalho (2005) defendem que esse processo de escrita é complementar ao diálogo, apresentando-se como instrumento de aprendizagem destacando o conhecimento construído pelo indivíduo, logo é indispensável na investigação.

As SEIs são propostas flexíveis que norteiam o professor ao decidir integrar tal abordagem em sua prática pedagógica. No entanto, o processo de ensino-aprendizagem sugere a avaliação desse possível aprendizado, a qual precisa ir em acordo com a abordagem. Não se aplicando nesse momento o uso de avaliações típicas do ensino tradicional, mas uma forma de avaliação também inovadora. Sob esse aspecto Carvalho (2013, p. 17) enfatiza que a avaliação também deve ser planejada diante dos pressupostos da proposta prática, e levar

em consideração a “avaliação dos conceitos, termos e noções científica, avaliação das ações e processos da Ciência e avaliações das atitudes exibidas durante as atividades de ensino”.

Vale ressaltar o importante papel do professor nesse tipo de experimentação, e a disposição que o mesmo precisa ter para inovar não só a metodologia, mas também sua postura em relação a forma de avaliação da aprendizagem dos alunos. Essa avaliação deve ser feita durante todo o processo que ocorre a prática por meio da observação do professor do comportamento dos alunos diante das diversas etapas propostas.

Além da avaliação do aprendizado dos estudantes o professor também pode fazer uma auto análise de sua prática, pois um professor reflexivo é capaz de “reconhecer que ação do aluno não é isolada, mas está apoiada na ação dele, deve ser capaz de utilizar os resultados obtidos pelos alunos, a fim de avaliar o próprio trabalho” (CARVALHO et. al., 2009, p. 36).

De modo geral a diretriz principal de uma atividade investigativa constitui-se, portanto, no problema elaborado, e do cuidado que o professor (a) tem para com o Grau de liberdade intelectual que é dado ao aluno, pois sem tal liberdade os alunos ficarão intimidados para expor seus pensamentos, raciocínios e argumentações frente ao problema investigado (CARVALHO, 2018).

### 2.2.2 Graus de liberdade

A figura do professor é essencial durante uma atividade investigativa, estando desvinculada ao papel de detentor do saber na sala de aula, concedendo, porém, liberdade intelectual aos alunos de atuação ativa durante as SEIs.

Segundo Solino, Ferraze e Sasseron (2015) essa liberdade intelectual não significa:

isentar a sua função pedagógica do professor: ela está relacionada ao grau de ações realizadas pelo professor e pelos alunos e não à falta de interação entre eles. As ações em uma determinada tarefa devem ser coordenadas e mediadas pelo professor a todo o momento e o nível de engajamento dos alunos dependerá do **grau de liberdade** que lhes é dado para que, em grupo, participem de maneira mais ativa na tarefa (SOLINO, FERRAZE e SASSERON, 2015, grifo nosso).

Os alunos precisam sentir-se confortáveis e confiantes para manifestar suas ideias e respostas sem receio de serem julgados e/ou corrigidos pelos professores. É nessa perspectiva que Carvalho (2018, p. 767) expõe a necessidade do professor de “criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar, isto é dar liberdade intelectual para os alunos”.

Os Graus de liberdade são classificados no trabalho de Carvalho (2006) de acordo com a atuação dos envolvidos na prática, professor e aluno, a partir dos trabalhos de Pella (1969) e Borges (2004) que trabalharam respectivamente a liberdade intelectual que os materiais escritos para as aulas de laboratório de Ciências nas ‘high school’ americanos ofereciam aos alunos, e com a proposta de ensino investigativo em atividades de laboratório para a escola média, onde visava analisar a estrutura das aulas por meio de níveis investigação.

A autora propõe assim, uma graduação para este aspecto, levando em consideração as etapas de problematização, levantamento de hipóteses, o plano de trabalho, a obtenção dos dados, e as conclusões da prática, indo desde o Grau de liberdade I ao Grau de liberdade V, conforme o quadro a seguir:

	<b>GRAU I</b>	<b>GRAU II</b>	<b>GRAU III</b>	<b>GRAU IV</b>	<b>GRAU V</b>
<b>PROBLEMA</b>	*P	P	P	P	A
<b>HIPÓTESES</b>	P	P	P	A	A
<b>PLANO DE TRABALHO</b>	P	P	A	A	A
<b>OBTENÇÃO DE DADOS</b>	**A	A	A	A	A
<b>CONCLUSÃO</b>	P	A	A	A	A

Quadro 2: Graus de liberdade professor - aluno nas aulas experimentais.

Legenda: \*P = Graus de liberdade de professor; \*\*A = Graus de liberdade de aluno.

Fonte: Carvalho, 2012, p. 38

A autora caracteriza que o primeiro Grau de liberdade (Grau I) não apresenta caráter investigativo, mas classifica-se no modelo de ensino diretivo, enquadrando-se no tipo de experimentação por verificação, em que o professor apresenta basicamente toda a atividade a ser desenvolvida e a única função do aluno é obter os dados. Sob esse tipo de atividades, Carvalho (2018) acrescenta que para alcançar os resultados que o professor espera, os alunos são levados, quando eventualmente cometem algum erro na execução, a alterar os próprios dados obtidos, para apresentar então ao professor resultados ‘satisfatório’.

O Grau II, segundo a autora ainda é um ensino diretivo. Neste o professor é responsável por propor o problema e formular hipóteses, cabe aos alunos a aplicação do plano de trabalho, e a conclusão dos dados obtidos.

É verificado maior Grau de liberdade nos Graus III e IV, nos quais os estudantes são os sujeitos da maior parte da atividade, configurando-se em um ensino por investigação. No Grau 3 de liberdade intelectual, é função do professor propor o problema, e discutir as

hipóteses com os alunos, sendo eles que buscam como desenvolver a experiência, sob a supervisão do professor, que retomará a discussão com os alunos nas conclusões da prática. No caso do Grau VI percebe-se uma maior autonomia na realização da prática experimental, sendo o professor o responsável apenas pela proposição do problema inicial e posterior mediação do processo. Segundo Carvalho (2018) “o problema deve estar relacionado ao contexto teórico estudado e as conclusões devem levar a uma visão mais profunda da teoria”. Fica ao aluno a função de apresentar as ideias para resolução do problema, definir os procedimentos que serão feitos na atividade experimental, realizar a experimentação para obtenção dos dados, e posterior análise desses, bem como formar suas conclusões para a resolução do problema inicial.

O último Grau de liberdade proposto, o Grau V, é difícil de ser encontrado no contexto escolar, sendo mais presente em trabalhos de conclusão de curso, dissertação e teses. Nestes os alunos/investigadores, trabalham sob a orientação de um professor, porém desde a formulação do problema até a análise e comunicação dos dados é feita prioritariamente pelo aluno/investigador.

### 3. DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é considerada do tipo intervenção pedagógica, por envolver o planejamento e execução de interferências pedagógicas que tenham o objetivo de contribuir com os processos de aprendizagem, além da posterior avaliação dos efeitos dessas interferências (DAMIANI et al., 2013).

Conforme Marconi e Lakatos (2003) este trabalho pode ser caracterizado ainda como uma pesquisa de documentação direta, por tratar-se do levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem, isto é, no âmbito escolar.

Levando-se em consideração esses aspectos, bem como o objetivo deste estudo, os dados serão obtidos através de observação direta extensiva, por meio de questionários, e observação direta intensiva, com base na observação propriamente dita da prática experimental.

#### 3.2 OS SUJEITOS DA PESQUISA

O desenvolvimento metodológico dessa pesquisa foi desenvolvido no Centro Educacional Evangélico Betel (CEEBETEL) da rede privada de ensino no município de Humaitá – Amazonas, uma escola referência na área de educação neste município, fundamentada em princípios ético-cristãos.

O CEEBETEL está localizado na Av. Rio Madeira, 2317, Bairro São Pedro, Cep 69800-000, município de Humaitá, Sul do Estado do Amazonas.

Fora criado em 1996 após a separação de suas fundadoras, originando uma Escola de Educação Infantil (Escola Arco Iris) e o CEEBETEL oferecendo a Educação Básica nos níveis de Ensino Fundamental I e II e também Ensino Médio (E.M.), seguindo as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Além disso, tem como prisma

Este centro educacional foi escolhido como *locus* da pesquisa por ser a única escola da rede privada de ensino no município a oferecer turmas de Ensino Médio. A escola possui uma atenção neste nível da educação voltada especificamente na intensificação da preparação para o vestibular:

Essa é uma das fases mais importantes na vida do aluno, na qual são tomadas decisões que serão significativas no futuro, como a escolha da carreira. Nesse nível de ensino, o CEEBETEL intensifica o grau de exigência e de preparação, para que o aluno conquiste vagas nas melhores universidades e faculdades do país. Com o sistema de ensino do Positivo, os alunos participam do projeto ideal para se destacarem nos vestibulares mais concorridos. (CEEBETEL, 2019).

Os alunos frequentam a escola nos dois períodos, sendo no matutino oferecido o Ensino Médio Regular, e no período vespertino são ministradas aulas de redação.

Foram disponibilizadas pelo CEEBETEL em concordância com a professora de Química duas turmas do Ensino Médio, sendo uma turma de 2ª série e outra turma de 3ª série. Não foi disponibilizado a turma da 1ª série pelo fato de estarem com atrasos de conteúdo, segundo a coordenação não houve a possibilidade de disponibilizar as aulas necessárias para a total realização das atividades propostas neste trabalho.

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão e exclusão dos participantes da pesquisa:

- **Critérios de Inclusão de alunos:**

- ✓ Estar cursando o Ensino Médio no CEEBETEL;
- ✓ Alunos que devolverem o Termo de Autorização de Uso de Imagem (APÊNDICE G) e Termo de assentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE E e F), todos devidamente assinados.

- **Critérios de Exclusão de alunos:**

- ✓ Alunos que no dia da 1ª aula da pesquisa não apresentarem o TCLE devidamente assinado pelos responsáveis;
- ✓ Alunos que não comparecerem em mais de uma aula em que ocorrerá o desenvolvimento da pesquisa;
- ✓ Alunos que se recusarem a responder os questionários ou realizar a prática experimental;
- ✓ Alunos que por qualquer razão desistirem de participar da pesquisa;

Todos a cima descritos serão excluídos no processo de análise e conseqüentemente na interpretação dos dados.

Vale ressaltar que a pesquisa foi desenvolvida após autorização do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/UFAM, criado pela Portaria do Reitor nº 558/99 de 20/04/99 e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde – CONEP em 04/08/2000, sob o parecer de nº 3.778.012. Também foi autorizado pelo CEEBETEL, e pelos responsáveis dos alunos por meio do termo de consentimento livre e esclarecido para uso dos depoimentos orais e escritos, e autorização do uso da imagem, conforme orientações do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa. Respeitando a autonomia do indivíduo, a beneficência, a não maleficência, a justiça e a

equidade, garantindo assim, o zelo das informações e o total respeito aos indivíduos pesquisados.

### 3.3 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A pesquisa compreende as etapas de planejamento, pré-intervenção, intervenção e pós-intervenção conforme descrito a seguir:

#### 3.3.1 Planejamento

Etapas de levantamento de dados sobre aplicação de atividades experimentais no contexto escolar investigado com a aplicação de questionário semiestruturado ao professor (Questionário-Professor) contendo perguntas abertas acerca da prática docente e quais assuntos apresentam maior dificuldade de compreensão, afim de definir o tema gerador da Intervenção.

Na sequência foram elaborados/adequados dois experimentos referentes ao tema gerador com diferentes Graus de liberdade: Experimento A - Grau de Liberdade II; Experimento B - Grau de Liberdade IV.

Além disso foram elaborados os Questionários Inicial e final, designados aos alunos.

#### 3.3.2 Pré – Intervenção

Etapas de contato inicial com os alunos, iniciada pela apresentação do projeto, bem como a entrega dos termos: Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), Termo de Autorização de uso de imagem e áudio, e Termo de assentimento livre e esclarecido para menor de idade.

Esta etapa compreende ainda a aplicação de Questionário Inicial (APÊNDICE A) aos alunos que trouxeram os termos devidamente assinados por eles e por seus responsáveis, conforme estabelecido pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O referido questionário apresentou perguntas abertas e fechadas afim de realizar um levantamento sobre seus conhecimentos prévios acerca do Tema Gerador, suas concepções e experiências com atividades experimentais no contexto escolar.

#### 3.3.3 Intervenção

Esta etapa configurou-se pela realização em cada turma de dois experimentos (Experimento A, e Experimento B) com abordagens metodológicas distintas considerando o

Grau de liberdade dos alunos em relação à execução, realizado conforme esquematizado na imagem a seguir (Quadro 3):

<b>INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA</b>			
	<b>ETAPA DA PESQUISA</b>	<b>ATIVIDADE REALIZADA</b>	
<b>Contato Inicial com os alunos*</b>		Apresentação do Projeto; Entrega dos Termos de autorização de participação da pesquisa;	
<b>MOMENTO I</b>	<b>1ª AULA</b>	Pré-Intervenção	
	<b>2ª AULA</b>	Intervenção	Questionário Inicial; Revisão do Tema Gerador;
<b>MOMENTO II</b>	<b>3ª AULA</b>	Intervenção	Experimento A – Grau de Liberdade II; Lista de questões referentes à prática;
	<b>4ª AULA</b>	Intervenção	Contextualização do Tema Gerador; QUESTÃO-PROBLEMA;
	<b>5ª AULA</b>	Intervenção	Abordagem teórica Hipóteses;
	<b>6ª AULA</b>	Intervenção	Pré-Laboratório; Laboratório;
	<b>7ª AULA</b>	Intervenção	Experimento B – Grau de Liberdade IV
			Pós-laboratório. Questionário Final.

Quadro 3: Etapas e suas especificações da Intervenção Pedagógica.

Legenda: \* O contato inicial com os alunos não se configura como aula, visto que foi feita apenas a apresentação do projeto, e retirada de eventuais dúvidas utilizando 20 minutos de uma aula cedida pela professora titular.

Fonte: autora.

Assim, a coleta de dados compreendeu o período de sete aulas (cada uma com duração de 50 minutos), sendo didaticamente dividida em dois momentos, os quais são caracterizados pela abordagem experimental adotada:

- **MOMENTO I: Experimento A - Grau de Liberdade II**

Foram utilizadas duas aulas de 50 minutos em cada turma.

Na primeira aula fez-se uma revisão de conceitos relacionados ao Tema Gerador, e na segunda aula foi realizado o Experimento “A” guiado por um roteiro (APÊNDICE B) adaptado pelo pesquisador contendo objetivos da prática, materiais e procedimentos experimentais.

Ao final da prática os alunos responderam a uma lista com questões referente a prática realizada (APÊNDICE D).

- **MOMENTO II: Experimento B - Atividade experimental Grau de Liberdade IV**

O momento II desta pesquisa consistiu na aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo baseada nas propostas da autora Ana Maria Pessoa de Carvalho (CARVALHO, 2013), para tanto foram utilizadas cinco aulas de 50 minutos com cada turma.

A SEI compreendeu sete fases:

1 – **Questão-Problema:** No primeiro encontro do Momento II (que compreende a 3ª aula da Intervenção Pedagógica) as turmas foram divididas em duas equipes variando entre 4 e cinco alunos em cada uma, em ambas as turmas, e em seguida fez-se a contextualização do Tema Gerador, por meio de uma conversa com os alunos, incentivando-os a comentar o que haviam entendido pelo referido tema. Na sequência foi apresentado a “questão-problema” a ser resolvida por meio da atividade experimental investigativa. Este problema compreendeu em situação hipotética fornecida aos alunos.

2 – **Abordagem teórica:** No segundo encontro (4ª aula da Intervenção Pedagógica) realizou-se o estudo de dois textos fornecido pelo pesquisador, ambos, notícias de jornais online, que traziam situações causadas pela problemática do tema estudado.

Neste momento, os alunos receberam um texto por vez, e realizaram leituras prévias individualmente, e em seguida coletivamente. Após essas leituras a pesquisadora incentivou o compartilhamento do que havia lido chamado mais atenção nos textos, bem como, sua opinião sobre a problemática. Vale ressaltar que neste momento não foi dada nenhuma possível resposta para a questão problema.

3 – **Hipóteses:** sucessiva a etapa de abordagem teórica, ainda na 4ª aula, os alunos tomaram nota dos principais dados fornecidos e fez-se um debate breve entre as equipes sobre as hipóteses viáveis para a resolução da questão problema, e buscando a maior aproximação da conceituação correta.

Foi sugerido pela pesquisadora a construção de um Pluviômetro caseiro, que por conta do tempo limitado para desenvolvimento da Intervenção Pedagógica, os alunos construíram em casa, com instruções fornecidas pela pesquisadora.

4 – **Pré-laboratório:** O terceiro encontro desta fase da pesquisa, consistiu da elaboração do plano de trabalho conforme Carvalho (2006), na qual os alunos traçaram o caminho a ser realizado na prática experimental.

5 – **Laboratório:** Esta etapa fora iniciada ainda no terceiro encontro, onde os alunos foram para o laboratório da escola verificar se haviam materiais e reagentes que poderiam utilizar na realização da atividade experimental. Cada equipe organizou uma bandeja plástica com os materiais e reagentes que iriam utilizar na etapa seguinte.

6 – **Experimentação:** O quarto encontro do segundo momento da Intervenção, compreendeu a execução do experimento definidos pelas equipes, bem como a coleta de dados.

7 – **Pós-laboratório:** A última aula dessa pesquisa compreendeu a etapa em que os alunos realizaram a análise dos dados coletados através de seus experimentos, e produziram relatórios contendo os resultados observados, e suas conclusões.

Ao final dessa etapa houve a aplicação do Questionário Final (APÊNDICE D) aos alunos, com questões semelhantes ao Questionário Inicial, e questões referentes a opinião deles sobre as abordagens experimentais trabalhadas.

### 3.3.4 Pós-Intervenção – Análise dos dados

A Pós-Intervenção abrange toda a análise dos dados coletados nas etapas anteriores.

O processo de coletas de dados fez-se por meio de observação direta intensiva, através dos questionários e entrevistas aplicados ao professor e aos alunos; e observação direta extensiva, feita pela observação participante, proposta por Gil (2008), através de anotações e da gravação em vídeo das aulas, as quais foram transcritas e analisadas, destacando os pontos relevantes para a pesquisa. Observou-se o comportamento dos alunos, participação, quantidade de alunos com interesse e argumentos baseados em conhecimentos adquiridos durante a atividade, perguntas durante as aulas baseadas nos experimentos.

As análises foram feitas a vista de uma abordagem predominantemente qualitativa, a qual justifica-se, segundo Polit et al. (2004), por tratar dos aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana. Toda a produção textual dos alunos foi analisada, desde os dois questionários, aos relatórios referentes aos experimentos.

A técnica utilizada para análise desses dados consistiu na Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes; Galiazzi (2007):

No processo da ATD os pesquisadores são convidados a desconstruírem e reconstruírem conceitos, com unitarização, categorização e produções escritas derivadas de suas análises e sínteses. Nesse desconstruir e esforço reconstrutivo explodem novas compreensões, sempre com intensa participação e autoria (Roque Moraes).

Optou-se por esta técnica por levar em consideração a frequente utilização desta em investigações do campo das Humanidades como Educação e Educação em Ciências (SANTOS, GALIAZZI e SOUZA, 2017). Esses autores apresentam em seu trabalho que esta técnica tem sido usada por distintas pesquisas no campo do Ensino de Ciências, trazendo um levantamento dos trabalhos publicados na Revista Química Nova na escola (QNEsc) com análises de dados feitas por meio da Análise Textual Discursiva.

Essa técnica transita entre as consagradas técnicas de análise na pesquisa qualitativa: Análise de Conteúdo e Análise de Discurso. Ela apresenta-se como um instrumento eficiente na análise de pesquisas com metodologias baseadas na investigação. De acordo com Medeiros e Amorim (2017, p. 255) “este dispositivo de análise de dados qualitativos se inclui em metodologias investigativas que se situam em um paradigma de pesquisa intitulado por Santos (2013) de paradigma emergente”, uma vez que buscam romper com modelos de pesquisa tradicionalistas pautados na verificação do “conhecimento científico verdadeiro”.

Esta técnica de análise pode partir de textos existentes ou de textos produzidos especificamente para a pesquisa em questão, que constituirão o *corpus* da análise (MARCELINO, 2012). A denominação de *corpus* aderida na ATD foi retirada da técnica Análise de conteúdo, proposta por Bardin, (1977), na qual Moraes (2003) define que ele constitui a matéria prima da pesquisa, sendo:

constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções lingüísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo. São vistos como produtos que expressam discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos. Os documentos textuais da análise, conforme já afirmado anteriormente, são

significantes dos quais são construídos significados em relação aos fenômenos investigados (MORAES, 2003, p. 194).

É essencial que o pesquisador inicie a análise pela delimitação do *corpus*, selecionar quais textos serão analisados, transcrever entrevistas e vídeos, para então dar início ao ciclo de análise, que segundo Moraes (2013, p. 192) compreende:

“um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução do corpus, a unitarização, o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização, e o captar do novo emergente em que nova compreensão é comunicada e validada”.

Assim, este ciclo analítico pode ser esquematizado conforme a Figura 1:



Figura 1 - Ciclo analítico com a análise textual discursiva.  
Fonte: Adaptação de Moraes e Galiazzi (2016).

A primeira fase envolve a desconstrução do material a ser analisado, sejam textos ou discursos, visando a significação dos mesmos no âmbito da pesquisa, unitarização. Promove-se assim, um emaranhado de informações que necessitam ser organizadas por meio da segunda etapa, a categorização. E a última etapa compreende a comunicação dos resultados obtidos, de forma explícita em metatextos.

Na unitarização ou desmontagem dos textos, é feita uma leitura de todo o corpus da pesquisa “afim de examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados” (MORAES, 2003, p. 191). Segundo esses autores com a desconstrução do material surgem unidades de análise, também chamadas de unidades de significado ou sentido, que precisam receber títulos que remetam a ideia principal, além de um código que lhe referencie dentro do texto original.

Essas unidades podem surgir com os resultados da pesquisa, ou serem definidas antes mesmo de iniciar a investigação, categorias *a priori*. Neste trabalho optou-se por defini-las a partir dos resultados alcançados, onde Moraes (2003, p. 195) explica que “nesse caso as unidades de análise são construídas com base nos conhecimentos tácitos do pesquisador, sempre em consonância com os objetivos da pesquisa”.

Em síntese o autor defende que essa etapa da ATD pode ser concretizada em três momentos distintos: fragmentação dos textos e codificação de cada unidade; reescrita de cada unidade de modo que assuma um significado o mais completo possível em si mesma; atribuição de um nome ou título para cada unidade assim produzida.

Já a etapa de categorização trata da construção de relações entre as unidades já definidas, organizando as informações em conjuntos que apresentem semelhanças em seus elementos. Os autores Moraes e Galiuzzi (2007, p. 78) definem a categorização como “um processo de criação, ordenamento, organização e síntese. Constitui, ao mesmo tempo, processo de construção de compreensão de fenômenos investigados, aliada à comunicação dessa compreensão por meio de uma estrutura de categorias”.

As categorias podem vir ou não divididas em diferentes níveis, podendo receber denominações de iniciais, intermediárias e finais. Além disso, a definição das categorias pode basear-se em métodos distintos, são eles, segundo Moraes (2003):

- Método dedutivo: As categorias por meio deste método compreendem ‘categorias *a priori*’, as quais são definidas antes da aquisição dos resultados, indo do geral para o particular. Definas de acordo com Bardin (1997) como ‘caixas’ que organizam as unidades de análise.
- Método indutivo: as categorias são definidas com a análise do *corpus*. Ele parte do particular para o geral, na qual as categorias são denominadas categorias emergentes. “implica construir as categorias com base nas informações contidas no corpus. Por um processo de comparação e contrastação constantes entre as unidades de análise, o pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes, geralmente com base em seu conhecimento tácito”
- Método intuitivo: por meio deste pretende-se superar a racionalidade linear que está implícita tanto no método dedutivo quanto no indutivo. As categorias surgem para o pesquisador através de inspirações repentinas devido sua intensa relação com o fenômeno estudado.

Embora possam ser empregados individualmente, os métodos dedutivo e indutivo, podem ser combinados, onde a indução auxilia a aperfeiçoar um conjunto prévio de categorias produzidas por dedução. A escolha de métodos para a categorização sempre trará junto com ela um conjunto de pressupostos teóricos e paradigmáticos (MORAES, 2003). Porém é a partir da definição das categorias que as novas compreensões podem ser comunicadas em metatextos.

Esses metatextos compreendem a terceira etapa do ciclo analítico, que constituem a produção de textos com a comunicação da nova compreensão do todo, sendo o processo de explicitação de relações entre as categorias já definidas e analisadas.

Moraes (2003) ressalta também que:

Nesse movimento, o analista, a partir dos argumentos parciais de cada categoria, exercita a explicitação de um argumento aglutinador do todo. Esse é então utilizado para costurar as diferentes categorias entre si, na expressão da compreensão do todo. Esse processo é essencialmente inacabado, exigindo uma crítica permanente dos produtos parciais, no sentido de uma explicitação cada vez mais completa e rigorosa de significados construídos e da compreensão atingida (MORAES, 2003, p. 201).

De modo geral, o metatexto é o conjunto de categorias definidas nos processos anteriores que explicitam a compreensão do pesquisador ao final de toda a análise do *corpus* de pesquisa. No entanto, o autor enfatiza a necessidade desses textos possuírem introduções e fechamentos explícitos, para que os leitores consigam compreender facilmente aquilo que o pesquisador construiu.

Para Medeiros e Amorim (2017) o processo de análise da ATD se constitui em uma jornada complexa em que certezas se transformam em dúvidas, caminhos se desviam e novos horizontes se configuram com suas realidades, onde cada etapa se entrecruzam e se complementam. Logo, a ATD propõe-se a "descrever e interpretar alguns dos sentidos que a leitura de um conjunto de textos pode suscitar" (MORAES e GALIAZZI, 2007, p. 14).

#### 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dessa pesquisa foi dividida em duas grandes categorias: a primeira consiste nos resultados obtidos pela entrevista com a professora de Química titular da escola *locus*; e a segunda refere-se aos dados coletados com os alunos por meio de questionários, produção de textos, e o desenvolvimento de atividades experimentais.

Ambas categorias foram subdivididas em categorias específicas, conforme esquematizado na Figura a seguir:

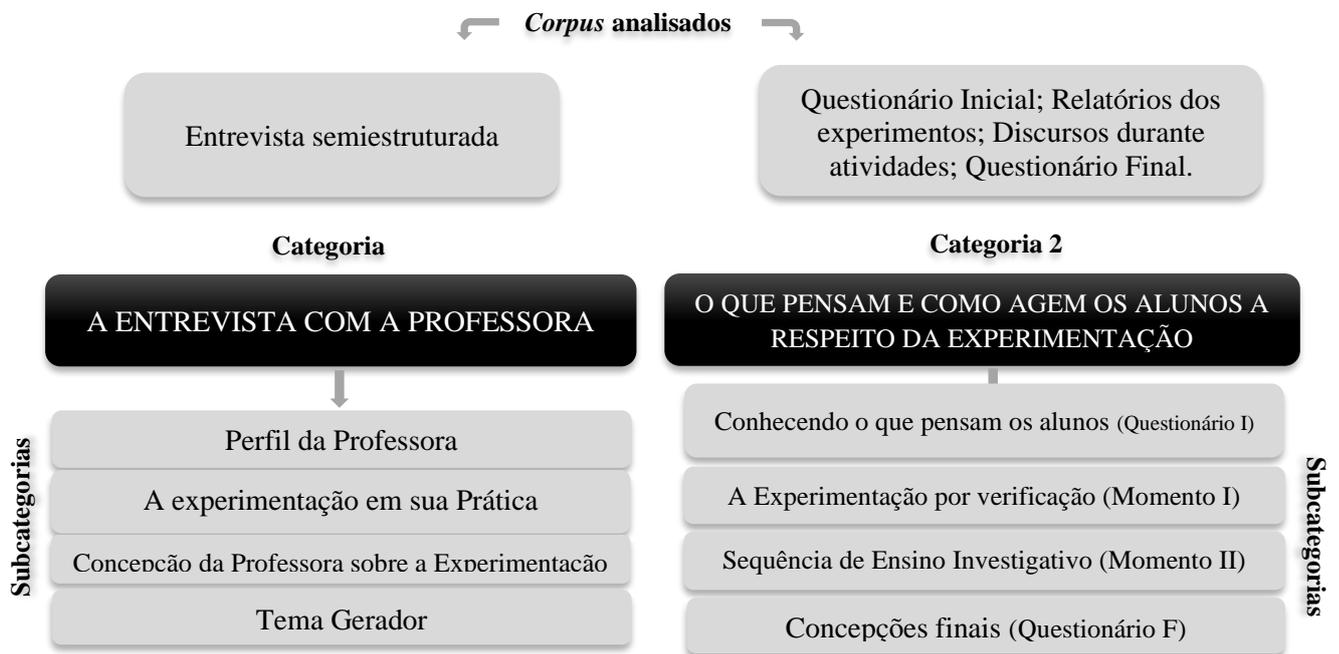


Figura 2 - Esquema da categorização da análise.  
Fonte: autora.

A interpretação dessas categorias está descrita em metatextos referentes aos tópicos 4.1 e 4.2.

##### 4.1 A ENTREVISTA COM A PROFESSORA

A pesquisa teve início com uma entrevista semiestruturada com a professora de Química das turmas participantes desta pesquisa, realizada durante a etapa de **Planejamento** desta pesquisa. Nesta buscou-se conhecer sua prática docente, eventuais desafios enfrentados, assim como, suas concepções acerca do ensino de Química e da experimentação no contexto escolar que está inserida. Além disso, essa entrevista teve como objetivo também a definição do Tema Gerador para desenvolver as atividades dessa investigação.

Por ter sido a única professora entrevistada não iremos atribuir códigos, mas nos referimos a ela como ‘professora’ ou ‘professora titular’.

Optou-se por uma entrevista semiestruturada pela facilidade de direcionamento aos objetivos específicos da pesquisa, pois segundo Boni e Quaresma (2005, p. 75) assim como a entrevista aberta, ela possibilita a correção de enganos dos informantes, enganos que muitas vezes não poderão ser corrigidos no caso da utilização do questionário escrito. Além disso, Triviños (1987) define esse tipo de entrevista como sendo:

aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas dos informantes. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal colocado pelo investigador, começa a participar na elaboração do conteúdo da pesquisa (TRIVINOS, 1997, p. 147).

Para tanto, faz-se necessário que o pesquisador tenha pré-definido questões para nortearem a entrevista, sendo elas abertas e fechadas.

Neste trabalho a entrevista com a professora de Química seguiu um roteiro previamente elaborado, conforme o Quadro 4:

<b>Entrevista semiestruturada</b>
1. Qual sua formação acadêmica? Em que ano concluiu a graduação?
2. Há quanto tempo você trabalha como professor?
3. Qual sua jornada de trabalho?
4. Você costuma inserir em suas aulas atividades experimentais? Se sim, quais tipos usados?
5. A escola em que trabalha possui laboratório de Ciências, ou de Química?
6. Caso possua laboratório, você costuma utiliza-lo em suas aulas?
7. Qual sua opinião sobre o papel da experimentação no ensino de Química?
8. Quais tipos de experimentação você conhece? E quais já realizou em suas aulas?
9. Para a realização da experimentação nas aulas de Química você identifica alguma dificuldade? Se sim, quais?
10. Quais são os conteúdos de Química que os alunos da 2ª e 3ª série do ensino médio apresentam maior dificuldade de aprendizado?
11. O livro didático de Química adotado pela escola em que trabalha oferece opções de atividades experimentais?

Quadro 4: Roteiro entrevista semiestruturada.

Fonte: autora.

Organizamos as perguntas em subcategorias para a interpretação dos dados no que refere-se à formação acadêmica e atuação da professora, e como é trabalhada a Experimentação em suas aulas, bem como sua opinião sobre essa metodologia.

#### 4.1.1 Perfil da Professora

A professora titular das turmas participantes da pesquisa, possui formação em Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, pela Universidade Federal do Amazonas, cuja conclusão se deu no ano de 2016. Durante a presente pesquisa ela afirmou está cursando um curso de pós-graduação em Metodologia do ensino de Ciências, com previsão de obter o título de especialista no ano de 2020.

Ela relatou ter 7 anos de experiência como docente, dos quais três (a contar com o ano de execução da pesquisa) foram na escola *locus* deste trabalho.

Com jornada de 40h, a professora explicou que além de ministrar aula de Química no turno matutino na referida escola, a docente também ministra aulas de Ciências Naturais em uma escola municipal no turno vespertino, sendo nessa professora efetiva. Ela destacou ser seu último ano de trabalho na escola particular, por ter sido aprovada no concurso público para atuar na rede estadual de ensino do município.

Em sua entrevista a professora mencionou pesar ao sair dessa escola, mas que a estabilidade de um concurso público é inquestionável. Esse fato é comum e pode ser considerado como o ápice da profissão docente, pois tornar-se um professor efetivo é o objetivo de grande parte desses profissionais, conforme Ferreira (2013) retrata em seu trabalho.

#### 4.1.2 A experimentação em sua Prática pedagógica

Buscou-se conhecer que tipos de metodologias a professora costuma trabalhar em suas aulas por meio das perguntas 4, 5, 6 e 11 (Quadro 4) da entrevista semiestruturada.

Quando questionada sobre os tipos de práticas experimentais utilizadas pela professora, ela respondeu que: *“meu tempo é bastante corrido pra elaborar uma atividade prática a cada unidade do livro, mas sempre que possível eu pesquiso na internet alguns roteiros que não precisem de equipamentos sofisticados”* (PROFESSORA – questão 1).

Buscamos uma resposta mais específica sobre o tipo de experimento, perguntando se geralmente ela própria realiza as atividades ou se são os alunos, e ainda se o roteiro contém as etapas definidas. Ela explicou que:

*“são experimentos de comprovação, trabalho um conteúdo e busco um experimento que comprove aquilo que estudaram. [...] eu dificilmente realizo os experimentos. Acho que quando os alunos o desenvolvem é mais produtivo. [...] os roteiros contêm todos os passos que devem seguir, e sempre ao final, eles anotam tudo em um caderno de laboratório que cada um tem. [...] Esse ano fizemos poucos experimentos”* (PROFESSORA – questão 2).

Assim, podemos afirmar que a abordagem experimental predominante nas aulas de Química é do tipo demonstração, com roteiros fechados na qual os alunos são responsáveis pela execução e obtenção de dados a fim de comprovar ou observar a teoria trabalhada. Segundo Oliveira (2010, p. 148) “os professores que empregam tais atividades em suas aulas destacam que elas servem para motivar os alunos e, sobretudo, para tornar o ensino mais realista e palpável, fazendo com que a abordagem do conteúdo não se restrinja apenas ao livro texto”.

Um fato sempre mencionado por professores de Ciências para a não realização de atividades práticas por falta de estrutura física, como um laboratório, e materiais e reagentes. Foi perguntado a professora se a escola possui laboratório de Ciências ou de Química. Na resposta a questão 1 a professora mencionou não optar por experimentos que façam uso de equipamentos sofisticados, que poderia significar a ausência de laboratório. Mas ela afirmou que a escola possui o espaço físico, que é compartilhado por todas as disciplinas de Ciências da escola, com poucas vidrarias, nenhum equipamento específico, um modelo anatômico usado nas aulas de biologia e os reagentes usados são todos de fácil aquisição.

Ainda sobre o laboratório, a professora afirmou que *“todas as práticas experimentais opto por leva-los para o laboratório, mesmo que pudesse realizar na própria sala. Porque só o fato deles saírem da sala de aula já é um diferencial que os deixa mais motivados para aprender”* (PROFESSORA – questão 2).

Com base nesse relato, mencionamos Giani (2008) que defende que o uso do laboratório dinamiza as aulas. Porém, esse não deve ser o principal objetivo da prática, mas é preciso ir além da motivação e do despertar de interesse nos conteúdos.

A professora foi questionada também sobre as atividades experimentais no livro didático, onde perguntou se “O livro didático de Química adotado pela escola em que trabalha oferece opções de atividades experimentais?”.

Ela afirmou que ao final de cada Unidade de conteúdo é apresentada uma atividade diversificada, onde geralmente é apresentado o roteiro de um experimento, atividades lúdicas, sugestão de leitura de notícias, ou construção de modelos didáticos.

Assim, é possível verificar que a professora defende não realizar tantas práticas quanto gostaria por conta de não ter tempo suficiente, uma vez que trabalha 40h semanais, e também a falta de estrutura. Silva e Zanon (2000) afirma que esses são problemas comuns enfrentados pelos professores, porém que não justifica a não inserção desse tipo de metodologia na prática pedagógica.

#### 4.1.3 Concepção da Professora sobre a Experimentação

Investigar a percepção docente que é repassada aos sujeitos da pesquisa, é essencial para conhecermos qual a visão de Experimentação que é trabalhada com eles, quais são as referências teóricas (usadas mesmo que inconscientemente), e que tipos de atividades esses alunos estão acostumados.

Para responder a essas indagações foi perguntado inicialmente a professora “*Qual sua opinião sobre o papel da experimentação no ensino de Química?*”.

Obtivemos como resposta: “*É muito importante usar experimentos nas aulas de Química, porque os alunos participam mais. [...] Ela desempenha um papel importante por facilitar a demonstração da relação que tem a teoria com a prática*” (PROFESSORA – QUESTÃO 11).

A professora deixa claro a função primordial que as atividades experimentais desempenham em sua prática: uma estratégia motivacional para que os alunos deem atenção aos conteúdos. Além disso ressalta a contribuição para a contextualização. Essa visão é destaca por Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 326), onde afirmam que entre os professores de Química, é comum a disseminação de uma “experimentação empirista do fazer para extrair a teoria, com uma abordagem tradicional do demonstrar para crer, contribuindo para a manter a hegemonia de uma visão de Ciência objetiva, neutra, apoiada nas teorias surgidas da observação”.

Perguntou-se a ela quais os tipos de experimentação que ela conhece, e quais tipos já utilizou em suas aulas. A mesma declarou conhecer apenas os “*tipos básicos*”, que seriam: “*os experimentos tradicionais, com roteiros; experimentos por vídeos; práticas usando modelos, como construção de moléculas em 3D*”. Segundo ela já fez uso desses três tipos de atividades práticas com os alunos, onde os experimentos por vídeos são oferecidos no material de apoio adotado pela escola da Editora positivo.

Essa visão pode ser considerada segundo Galiazzi et al. (2001), como simplista, onde a formação inicial docente pode ter grande contribuição. Nesse sentido Galiazzi e Gonçalves (2004) defendem que há:

a necessidade de discutir a experimentação como artefato pedagógico em cursos de Química, pois alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista. (GALIAZZI E GONÇALVES, 2004, p. 326).

Questionamos se ela já realizou algum experimento sem o uso do roteiro. Afirmou que em um experimento sobre separação de misturas ela não ofereceu um roteiro pronto, mas ao decorrer da aula foi orientando os alunos para juntos realizar o processo de separação que acreditavam ser o mais indicado.

Perguntou-se também se ela conhecia a Experimentação por Investigação, ela disse que já ouvira falar, porém não sabia como usar em suas aulas.

Mesmo que a professora tenha afirmado não saber utilizar e nunca ter utilizado a experimentação por investigação em suas falas fica claro que já fizera uso inconsciente dessa metodologia, quando aumentou o Grau de liberdade dos alunos no experimento citado, permitindo que os mesmo elaborassem hipóteses para a resolução do problema que ela os propôs ‘como separar as substâncias’.

Por fim, indagou quais as possíveis dificuldades que os alunos apresentam para realizar as atividades experimentais.

Ela afirmou que a principal é a falta de comprometimento dos alunos, pois: “*quando organizo pra fazer uma prática que os alunos precisam trazer de casa alguns materiais, são poucos os que realmente trazem, e as desculpas dos outros são muitas*”.

A professora destacou também a brincadeira frequente, onde os alunos não dão atenção para o que está sendo trabalhado, mas quando há uma atividade experimental essa falta de atenção diminui.

Outra resistência que ela apresenta é a elaboração dos relatos no ‘caderno de laboratório’. Segundo a professora: “*esses elaboram os relatos o mais simples possível, a maioria não dá respostas elaboradas. É claro que tem alguns alunos que superam as expectativas, mas a maioria ainda não se dedica na elaboração desses textos*”.

O método de avaliação das atividades experimentais é feito unicamente por meio do caderno de laboratório dos alunos, configurando como uma avaliação tradicional, onde a performance dos alunos durante a realização dos experimentos não é levada em consideração na avaliação.

Sobre isso, Guimarães et al. (2018) afirma que:

No ensino tradicional, muitas vezes, a avaliação da aprendizagem ocorre só no final do processo, tendo como principal instrumento a aplicação de testes formais. Mesmo que o professor utilize de vários métodos, como a correção em aula e/ou retorne ao assunto para que sejam discutidas as dúvidas ou incoerências conceituais apresentadas pelos alunos ou detectados através da correção da avaliação formal, o ideal é que esses erros sejam corrigidos e discutidos no momento que surgiram ou o quanto antes.

Logo, para se obter melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem, Carvalho et al. (2005) sugere o uso de atividades experimentais, pois nestas a avaliação ocorre durante todo o processo, e quando surgem as dúvidas ou erros, é possível fazer o esclarecimento e solicitar aos alunos explicações e concepções alternativas.

De modo geral, a professora apresenta tendências do ensino tradicionalista, porém ela já busca por metodologias alternativas para a realização de suas aulas, já tendo inclusive feito uso da investigação em sua prática, mesmo que sem um referencial teórico como norte.

#### **4.1.4 Tema Gerador**

Analisamos a pergunta 10 do roteiro da entrevista afim de definir qual o assunto representaria o Tema Gerador desse trabalho.

Em resposta destacou os seguintes conteúdos: Estequiometria, a Química Orgânica como um todo, Equilíbrio químico, e reações ácido-base.

Por se tratar de uma entrevista semiestruturada a resposta da professora fora além do que lhe foi perguntado, enfatizando que uma das principais preocupações da escola quanto aos conteúdos trabalhados refere-se ao vestibular, pois os alunos do Ensino Médio desde a 1ª série realizam essas provas, visando a aprovação para a Universidade. Ela citou como provas feitas pelas turmas da 1ª, 2ª e 3ª série o Processo Seletivo Contínuo (PSC) oferecido pela Universidade Federal do Amazonas, e o Sistema de Ingresso Seriado (SIS) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Além destes, os alunos concludentes do Ensino Médio também fizeram o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Ela sugeriu que o tema fosse relacionado ao conteúdo de Ácidos e Bases, pois além das dificuldades por ela observada, principalmente sobre o Potencial Hidrogênio, é um conteúdo frequente nessas provas.

Além disso ambas as turmas já haviam estudado sobre este conteúdo, pois o mesmo faz parte da grade da 2ª série.

Após a entrevista realizou-se um breve levantamento em provas das edições anteriores do ENEM afim de constatar como esse conteúdo geralmente é apresentado. Observou-se a presença do assunto Ácidos e Bases na maioria das edições, sendo que é geralmente inserido em uma situação problema. Esta é uma característica que essa pesquisa toma por referência, pois será elabora uma questão problema que norteará todas as práticas dessa investigação. Notou-se também com essa breve leitura que a Química é frequentemente relacionada ao meio ambiente.

Assim, levando em consideração as dificuldades apresentadas pelos alunos, segundo a professora, a frequência de questões voltadas para a Química Ambiental nas provas do Enem, e considerando um fato relacionado que teve grande repercussão não só na região do município de Humaitá, mas a nível nacional que foram as Queimadas em larga escala da floresta amazônica, definiu-se como Tema Gerador dessa pesquisa o assunto “Chuva ácida”.

## 4.2 O QUE PENSAM E COMO AGEM OS ALUNOS A RESPEITO DA EXPERIMENTAÇÃO

A análise dos resultados coletados com os alunos será apresentada nos tópicos a seguir, buscando responder aos objetivos propostos nesta pesquisa, citados anteriormente. Buscou-se saber qual a concepção dos alunos pela disciplina de Química, assim como pelas atividades experimentais, e seus conhecimentos prévios acerca do Tema Gerador. Além de analisar o posicionamento e ações frente a duas atividades experimentais com abordagens diferentes. Para tanto esta categoria constitui-se de quatro subcategorias que serão descritas nos tópicos seguintes.

### 4.2.1 Conhecendo o que pensam os alunos – Questionário Inicial

As opiniões dos alunos foram investigadas por meio de questionários entregues, na etapa de **Pré-Intervenção**, aos alunos que apresentaram os Termos de autorização assinados. Ressalta-se que apenas um aluno não trouxe os termos no primeiro encontro, porém, no encontro seguinte ele apresentou a autorização.

Participaram dessa pesquisa 17 alunos, sendo 7 alunos da turma da 2ª série e 10 alunos da 3ª série do Ensino Médio, com idades entre 15 e 18 anos. Os alunos não apresentaram resistência na aplicação deste questionário, mas algumas dúvidas no que refere-se principalmente as questões referentes aos conhecimentos prévios, onde tentaram trocar informações, mas foram interrompidos pelo reforço do esclarecimento de que as respostas deveriam ser pessoais.

O questionário encontra-se na íntegra no apêndice do trabalho (APÊNDICE A), mas apresentaremos um quadro com todas as perguntas, para facilitar a leitura:

QUESTIONÁRIO INICIAL
1. Você gosta de estudar Química?
2. Qual o conteúdo de Química que você estudou até agora que sentiu mais dificuldade em aprender?
3. Você gosta mais de aulas teóricas ou experimentais? Porquê?
4. Suas aulas de Química são mais teóricas, ou experimentais?

5. Quantos experimentos de Química vocês já fizeram este ano?
6. Os experimentos feitos por vocês sempre são guiados por um roteiro?
7. Você prefere experimentos em que a professora executa e vocês visualizam, ou quando você e seus colegas realizam o experimento?
8. Em sua opinião qual a pior parte na realização de uma atividade experimental?
9. Você já ouviu falar em experimentação investigativa? Se sim, qual sua opinião?
10. Você conhece algum ácido em seu cotidiano? Se sim, qual?
11. O Que você entende por pH?
12. Você conhece algum indicador natural de ácido-base?
13. Você já ouviu falar em Chuva ácida? Sabe quais as principais causas?

Quadro 5: Questionário Inicial aplicado com os alunos.

Fonte: autora.

Em virtude os objetivos de cada pergunta foi possível categoriza-las em unidades menores, desde aquelas com a finalidade de conhecer a opinião dos alunos sobre a o ensino de Química, como é a prática da professora de Química, o que pensam e sabem sobre a experimentação, e se possuem conhecimentos prévios sobre o Tema Gerador.

#### *Opinião dos alunos a respeito do ensino de Química:*

Na primeira questão quando perguntados se gostam de Química um aluno respondeu gostar “*as vezes*”, 14 alunos afirmaram gostar da disciplina, e apenas dois alunos responderam negativamente à pergunta, um aluno optou por não responder.

Esse número de 82% dos alunos simpatizantes da Química condiz com as ideias de Penaforte e Santos (2014) sobre essa Ciência configurar-se como uma disciplina que atrai os alunos por seu caráter experimental e por permitir estudar fenômenos que lhes são familiares.

A questão dois investigou quais conteúdos os alunos julgavam apresentar mais dificuldades, os quais são apresentados no gráfico 1:

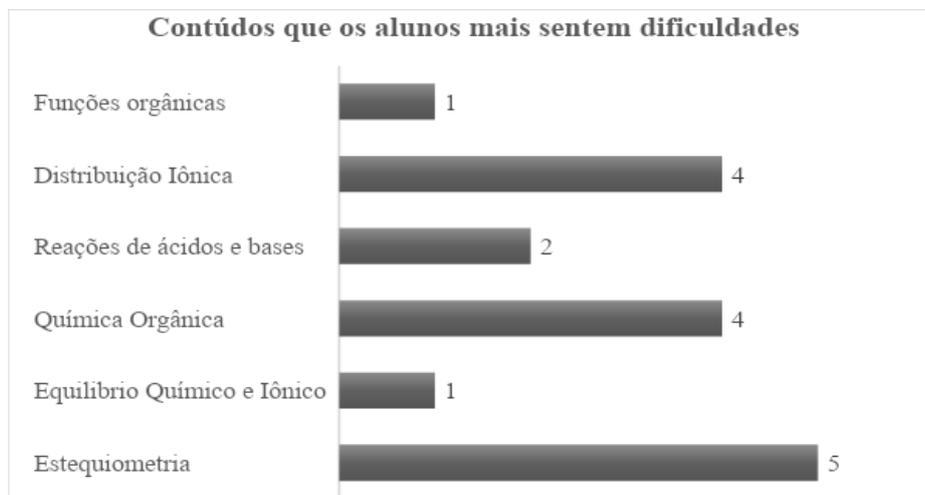


Gráfico 1: Questão 2 - Conteúdos que os alunos mais sentem dificuldades.

Fonte: autora.

Percebe-se que as respostas fizeram referência aos conteúdos que haviam sido estudados no bimestre correspondente à aplicação da pesquisa, onde o conteúdo de Estequiometria teve maior menção, assim como fora mencionado na entrevista com a professora.

Porém, dois dos alunos declararam ter dificuldades com o conteúdo do Tema Gerador. Acreditando que a pouca ocorrência se deve à facilidade de relacioná-lo com o cotidiano dos alunos.

#### *Conhecendo a prática docente com a experimentação sob a visão dos alunos*

Segundo Francisco Junior (2008) a aceção teórica de cada professor, especialmente o de Química, varia muito conforme sua formação inicial, suas concepções de Ciência e ensino, entre outros fatores, refletindo na forma como ministram suas aulas, e nas metodologias utilizadas.

Nesse sentido, por meio das questões 4, 5, 6 e 7, buscamos saber como é trabalhada a disciplina de Química com os alunos, e qual a opinião deles sobre a forma que é trabalhada a experimentação.

Na questão 4 os estudantes foram questionados se as aulas de Química são em sua maioria teóricas ou experimentais. Por unanimidade a resposta foi que as aulas são teóricas, porém alguns acrescentaram insatisfação em suas afirmações:

Suas aulas de Química são mais teóricas, ou experimentais?  
 Infelizmente a maioria é teórica

Figura 3 – Aluno 1 - Resposta para questão 4.  
 Fonte: autora.

Suas aulas de Química são mais teóricas, ou experimentais?  
 Teóricas, infelizmente.

Figura 4 - Aluno 2 - Resposta para questão 4.  
 Fonte: autora.

Essas respostas estão de acordo com as ideias de Rosa (2020) a qual defende que o interesse e a perspectiva que a maioria dos discentes tem sobre estudar disciplinas científicas, como a Química, podem estar relacionados com a utilização de atividades experimentais em suas aulas. A experimentação entre tantas vantagens, atua como motivadora do interesse dos

estudantes, onde segundo David Ausubel (2003) este é um fator determinante para se obter uma aprendizagem significativa.

Quando questionados sobre o número de experimentos realizados durante o ano letivo as respostas variaram, porém o número mencionado não excedeu 4 experimentos, porém declararam que estavam preparando uma “Feira de Ciências” para apresentar experimentos de Química, Física e Biologia.

Durante o ano letivo 11 alunos declararam ter realizado apenas dois experimentos, onde 4 alunos afirmaram que a quantidade fora de 4 experimentos, e apenas um aluno afirmou que não houve realização de atividades experimentais, e um aluno responde que foram poucos experimentos.

Buscou-se saber também qual o tipo predominante de experimentação que a professora realiza em suas aulas (questão 6), onde questionou-se aos alunos se os experimentos que eles desenvolvem são guiados por roteiros ou não.

Dezesseis alunos responderam a essa questão que sim, os experimentos são todos baseados em roteiros, sendo que desses acrescentou que a professora os auxilia durante a execução. Apenas um aluno recordou que em duas práticas experimentais não houve utilização de roteiro:

Os experimentos feitos por vocês sempre são guiados por um roteiro?  
 Geralmente em substituição e adulteração da prática não utilizamos.

Figura 5 – Aluno 3 - Utilização roteiros nos experimentos  
 Fonte: autora.

Percebe-se que houve uma tentativa de utilizar outra abordagem experimental, mesmo que inconsciente. Os experimentos descritos pelo aluno 3 tratam de questões comuns ao dia-a-dia, facilmente contextualizado. A não utilização de roteiro sugere uma aproximação com a experimentação investigativa.

Na questão 7, os alunos responderam sobre qual sua preferência na forma como é conduzida a experimentação: “*Você prefere experimentos em que a professora executa e vocês visualizam, ou quando você e seus colegas realizam o experimento?*”.

Um aluno afirmou preferir que a prática seja realizada pela professora, e que eles tenham como papel observar a atividade. Em contrapartida os demais alunos responderam preferir que eles próprios executem os experimentos.

Em resposta, o Aluno 8 explicou que prefere que quando os próprios alunos realizam a atividade:

Você prefere experimentos em que a professora executa e vocês visualizam, ou quando você e seus colegas realizam o experimento?  
 Quando eu e meus colegas realizamos o experimento, pois dessa forma observamos melhor o conteúdo.

Figura 6 – Aluno 8 - Resposta para a Questão 4;  
 Fonte: autora.

Ele faz referência a um dos objetivos que essas atividades almejam, conforme afirma Baratieri et al. (2008): o de promover a compreensão dos conceitos científicos, além de defender a relação criada entre a prática com a teoria.

Outro aluno acredita que a melhor maneira é quando os alunos “*botam a mão na massa*”, porém, sempre, com o auxílio e supervisão da professora. Idealmente, este é papel do professor nas atividades práticas, onde pode-se usar uma metáfora de que ele não é ator principal da atividade, mas sim um coadjuvante indispensável. Os alunos devem ser os protagonistas de todo o processo.

Uma outra resposta se destaca sobre essa mesma pergunta:

Você prefere experimentos em que a professora executa e vocês visualizam, ou quando você e seus colegas realizam o experimento?  
 Quando todos participam e mais divertido

Figura 7 – Aluno 1 - Resposta para a questão 7;  
 Fonte: autora.

Como mostrado na Figura 7, o Aluno 1, descreve o caráter lúdico que atribuído a experimentação. No entanto, autores como Gioppo et al. (1998) defendem que essa é uma crença errônea sobre as atividades experimentais, o que valoriza a disseminação do empirismo colorido e divertido (GIOPPO; SCHEFFER; NEVES; 1998)

É importante destacar que as formas dessas atividades são importantes e apresentam contribuições para o processo de ensino. Embora dívida opiniões, vários autores como Araújo e Abib (2003) e Gaspar e Monteiro (2005) expõe algumas vantagens para essas atividades, assim como já foi apresentado anteriormente no Quadro 2.

### *Concepções acerca da Experimentação*

Reafirmamos que na busca de atribuir significados à aprendizagem é importante que os alunos estejam dispostos a aprender e os professores comprometidos e com objetivos

claros a alcançar. Assim, é importante identificar o que os alunos acham sobre as aulas experimentais e quais suas principais dificuldades.

A questão 3 teve como intuito descobrir a preferência dos alunos quanto ao tipo aula: “*Você gosta mais de aulas teóricas ou experimentais? Porquê?*”.

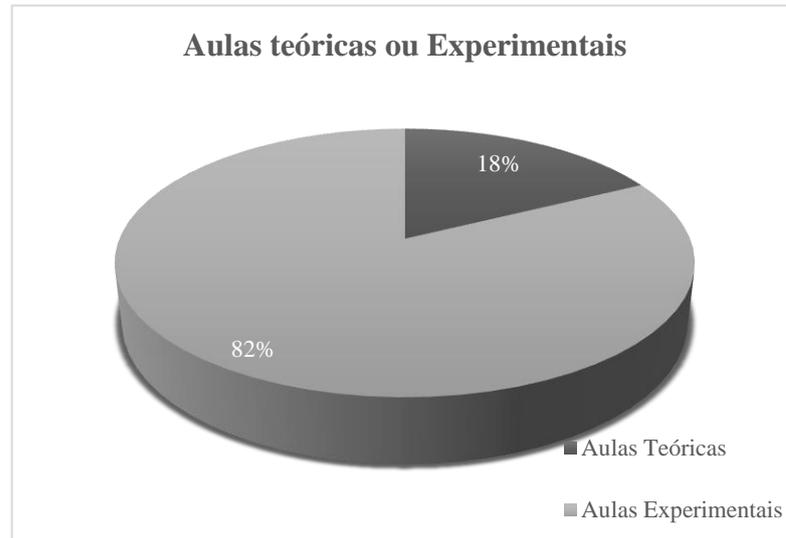


Gráfico 2: Aulas teóricas ou Experimentais - Questão 3.  
Fonte: autora.

Conforme o gráfico acima, a maioria dos alunos preferem as aulas que trazem como estratégia metodológica as atividades experimentais. Este resultado está de acordo muitas pesquisas da mesma natureza, onde é expressiva essa preferência dos alunos. Millar (1996) explica que seres humanos possuem uma curiosidade sobre o mundo natural que o conhecimento científico pode satisfazer, o que pode justificar as respostas dos alunos, pois acreditam que a experimentação contribui para um melhor entendimento dos conteúdos através de aulas práticas.

Obtivemos várias justificativas para essa questão. Entre elas, novamente, o caráter lúdico/divertido e dinâmico é mencionado, assim como a possibilidade de “*sair da rotina*” (Aluno 4). Já o aluno 2 declara gostar mais de aulas experimentais porque, segundo ele, “*são menos chatas e mais interativas*”.

A possibilidade de “*ver e analisar*” como ocorrem os processos também foi mencionado. Nessa mesma linha de opinião, 5 alunos descreveram que gostam desse tipo de aula por acreditarem que a experimentação facilita o aprendizado.

Um único aluno destacou a característica de relação entre a Química experimental e o cotidiano:

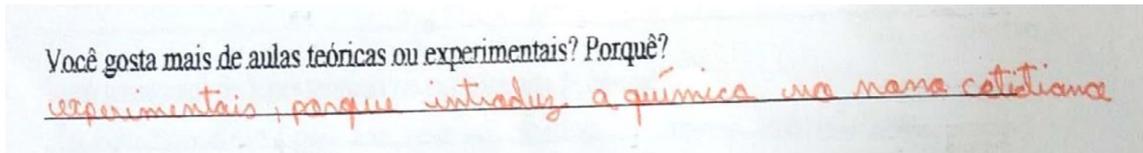


Figura 8 – Aluno 5 - Resposta para a Questão 3.

Fonte: autora.

A relação da Química com o cotidiano é um dos fatores que facilitam a contextualização dos conteúdos, que segundo Silva et al. (2014):

Os conteúdos devem ser tratados de forma globalizada, valorizando as experiências do cotidiano dos alunos, permitindo a relação entre teoria e prática, dando significado às aprendizagens realizadas na escola, possibilitando que estas sejam úteis à vida, ao trabalho e ao exercício da cidadania.

Porém, em contrapartida ao desejo pelas aulas práticas, Malafai et al (2008) mostra que o medo e a perda pelo interesse por parte dos alunos, na disciplina de Química pode ser expressada devido a não compreensão e assimilação dos conceitos básicos de Química. E dessa maneira, quando conseguimos inserir as práticas experimentais como um recurso benéfico, permitimos, a consolidação dos conceitos vistos na teoria. Do total, apenas 18% desses alunos declaram gostar mais das aulas teóricas, porém destes apenas 6% apresentaram justificativas:

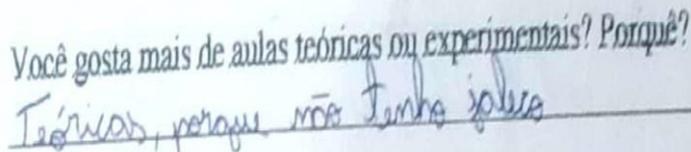


Figura 9 – Aluno 10 - Resposta à questão 7.

Fonte: autora.

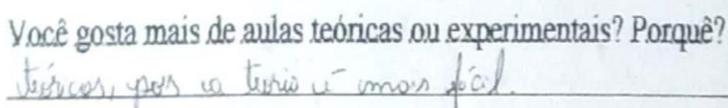


Figura 10 – Aluno 17 - Resposta à questão 7.

Fonte: autora.

As respostas não apresentam justificativas elaboradas, porém o Aluno 10 acredita ser mais fácil aprender somente com a teoria, o motivo pode ser o de não conseguir compreender os objetivos da prática experimental. Essa opção permite que esses alunos permaneçam em suas áreas de conforto, sendo que a teoria, embora trabalhada de maneira dialogada, permita que eles sejam apenas observadores.

A questão 8 “Em sua opinião qual a pior parte na realização de uma atividade experimental?”, visou a identificação das dificuldades específicas que os alunos sentem ao realizar atividades da natureza experimental.

Para esta questão, várias respostas foram descritas, as quais apresentamos na tabela a seguir:

Respostas	Alunos
<i>Quando falhamos ou não conseguimos realizá-los</i>	Aluno 08
<i>Trazer os materiais</i>	Aluno 17
<i>Se ter errado, ter que fazer tudo de novo</i>	Aluno 01
<i>Quando alguém não traz a sua parte</i>	Aluno 16
<i>Organizar entre os alunos para trazer os materiais, pela falta de responsabilidade</i>	Aluno 09
<i>Anotar todo o processo de como acontece</i>	Aluno 14
<i>A falta de comprometimento do outro</i>	Aluno 07
<i>O relatório</i>	Aluno 05
<i>O relatório</i>	Aluno 04
<i>Fazer o relatório</i>	Aluno 12
<i>O relatório</i>	Aluno 11
<i>A organização e medição</i>	Aluno 03
<i>Escrever o relatório</i>	Aluno 06
<i>Anotar tudo o que ocorre</i>	Aluno 13
<i>Não há parte ruim;</i>	Aluno 02

Quadro 6: Respostas para a questão 8.

Fonte: autora.

Além dessas respostas dois alunos não opinaram sobre as possíveis dificuldades, um dele não respondeu à questão, e o outro afirmou não saber o que responder.

Observa-se no quadro acima que a maior dificuldade apresentada refere-se à elaboração do relatório ao final da prática. Ainda na perspectiva da produção do relatório, os alunos colocam como uma dificuldade a etapa de descrição do processo observado com a prática.

A produção do relatório consiste uma etapa tão importante quanto qualquer outra, pois representa a comunicação e transcrição dos fenômenos observados em símbolos, além da introdução dos estudantes na linguagem científica. Porém, segundo Gonçalves (2005):

O relatório estereotipado – introdução, resultados e conclusões – solicitado aos alunos após o experimento é, geralmente, proposto apenas com finalidade avaliativa, sem considerar que o exercício da escrita possa favorecer um diálogo entre os participantes em sala de aula através do compartilhamento de seus textos.

Com base nessas informações, pode-se justificar o fato de os alunos terem dificuldades em desenvolver essa etapa, visto que, geralmente são orientados a ser

produzidos de maneira mecânica, sem que os alunos tenham consciência da sua importância na atividade prática. Izquierdo (1999) apresenta a necessidade de discutir com os colegas sobre os experimentos realizados, além de “escrever de forma reflexiva sobre eles e construir os signos adequados (tabelas, gráficos, símbolos, palavras) chegando a um consenso sobre seu significado será o "método" que conduz a construção do conhecimento científico escolar” (IZQUIERDO et al. 1999, p.50).

Outra dificuldade apresentada por dois alunos consiste na possibilidade de ‘cometerem erros’ durante a reprodução do roteiro, e não conseguirem chegar ao produto esperado, tendo então que refazer todos os procedimentos. Isso é comum em atividades experimentais por verificação, as quais seguem roteiros rígidos também conhecidos como “receitas de bolo”. Neles, a reprodução exata é essencial para obter os resultados pré-definidos. Cachapuz et al. (2005) afirma que nessas atividades não há possibilidades para questionamentos, momentos de discussões e diálogo acerca dos resultados, ficando caracterizadas como simples ferramenta de caráter comprobatório de validação de leis e teorias.

Os alunos levantaram também a questão do trabalho em equipe, um fato que apresenta dificuldades em todos os âmbitos sociais. A responsabilidade e o comprometimento dos colegas na preparação e desenvolvimento do experimento é um dos problemas ressaltados. Os alunos precisam sentir-se motivados a participar, seja ele qual o seu papel na prática, pois sem seu interesse é pouco provável que ele conseguirá bons resultados para a construção do conhecimento científico.

Destacamos que apenas o Aluno 02 relatou não haver parte ruim na Experimentação. Sendo o mesmo que apresenta a visão de que a experimentação não é chata, mas sim interativa.

Ainda na busca por compreender a concepção dos alunos no que cerne a Experimentação, foi perguntado aos alunos: “*Você já ouviu falar em experimentação investigativa? Se sim, qual sua opinião?*”.

Os resultados dessa questão estão apresentados no gráfico a seguir:



Gráfico 3: Experimentação Investigativa  
Fonte: autora.

Mais de 75% dos alunos afirmam não terem tido contato com essa abordagem experimental. Isso justifica-se e pode estar relacionado ao fato mencionado pela professora titular na entrevista (Tópico 4) de que a mesma não faz uso de atividades investigativas em suas aulas. No entanto, 24% desses alunos afirma conhecer, porém a maioria não comentou sobre a metodologia. Entre as respostas positivas obtive-se respostas como:

“Conheço pouco, mas acho ‘daora’” (Aluno 5);

“Sim, é muito interessante” (Aluno 12);

“Sim, mas não lembro muito” (Aluno 17).

As justificativas são vagas, o que pode indicar que embora em algum momento já tenha sido trabalhado a experimentação com enfoque investigativo com esses alunos não houve explicação do que estava sendo feito, ou seja, não conseguiram ver significado ou importância nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Porém as respostas dos alunos indicam que essa abordagem foi positiva para eles, o que despertou interesse nestes alunos.

Apenas um aluno, apresentou uma descrição para Experimentação Investigativa:

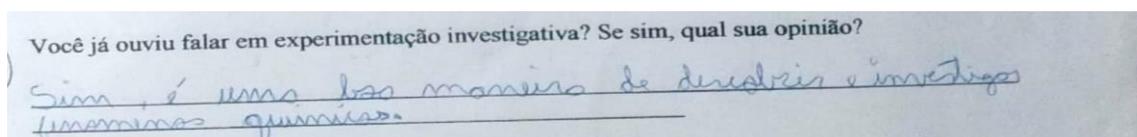


Figura 11– Aluno 8 - Resposta à Questão 9.  
Fonte: autora.

É nesta perspectiva que Oliveira (2010) traz como a primeira contribuição para o processo de aprendizagem, o papel de motivar e despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo trabalhado. Alunos com vontade de aprender e investigar podem facilmente alcançar uma aprendizagem significativa a partir de atividades experimentais.

### *Conhecimentos prévios*

Trabalhar a experimentação sob o enfoque investigativo, é um dos objetivos deste trabalho, deste modo faz-se necessário conhecer o que os alunos sabem sobre o conteúdo das atividades práticas. Todos os indivíduos possuem uma bagagem de saberes que se o professor conseguir fazer com eles atribuam significados de fatos científicos, ele provavelmente está contribuindo para que os alunos alcancem uma aprendizagem significativa.

Tendo como Tema Gerador “Chuva ácida”, buscou-se saber o que os alunos entendiam por este tema, bem como conceitos relacionados a este.

Assim, a questão 10 questionou se: “*Você conhece algum ácido em seu cotidiano? Se sim, qual?*”. Apenas um aluno respondeu não conhecer ácido algum, e um aluno optou por não responder à questão. Os demais alunos citaram vários exemplos comuns no cotidiano, e um aluno afirmou conhecer as espécies ácidas, porém não lembrava no momento.

Várias foram as respostas, as quais organizamos no gráfico a seguir:

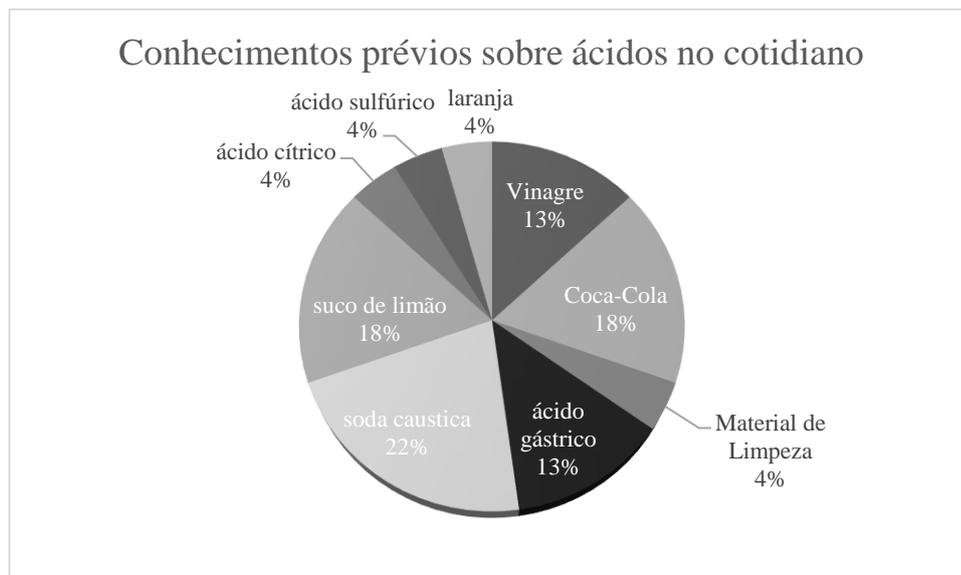


Gráfico 4: Espécies citadas como ácidos pelos alunos.  
Fonte: autora.

Embora mencionados vários ácidos comumente encontrados em nosso dia a dia, a espécie mais frequente nas respostas foi a base forte, hidróxido de cálcio, popularmente chamado de soda cáustica. Esse equívoco dos alunos em atribuir a característica ácida a esta

base pode ter relação com fato de ela ser extremamente corrosiva. Um aluno mencionou também que os materiais de limpeza possuem caráter ácido.

Segundo Costa e Felício (2019, p. 48) para evitar tais confusões, os autores enfatiza que é importante “diferenciar com os alunos o comportamento das substâncias mais comuns e utilizadas por eles, pois muitos ainda têm o imaginário de que uma substância extremamente básica, como é o caso da soda cáustica, pode ser menos prejudicial do que uma extremamente ácida”.

Seguindo essa linha de questionamentos, a questão 11 indagou o que os alunos entendiam por pH. Um aluno declarou não saber o que é ‘pH’, três alunos optaram por não responder à questão.

O aluno 13 citou apenas um exemplo:

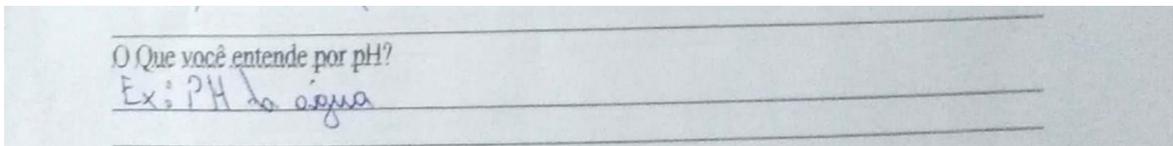


Figura 12 – Aluno 13 - Resposta à Questão 11.  
Fonte: autora.

Mas a maioria dos alunos demonstraram ter noção da função do pH, onde a resposta mais frequente foi de que o pH é “*quem indica se uma substância é ácida, básica ou neutra*”. Alguns alunos aprestraram definições pouco mais elaboradas, alguns indicaram até a escala de pH, e utilizaram termos científicos conforme a resposta dos Alunos 8 e 3:

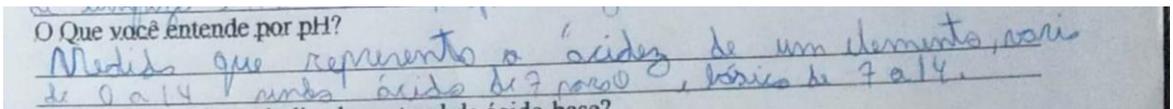


Figura 13 – Aluno 8 - Resposta à Questão 11.  
Fonte: autora.

No que refere-se a questão 12, perguntou se os alunos conhecem algum indicador natural de ácido e base:

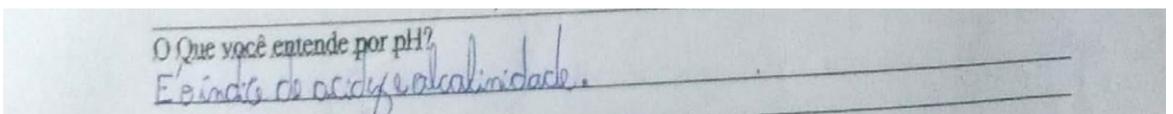


Figura 14 – Aluno 3 - Resposta à Questão 11.  
Fonte: autora.

As substâncias mais frequentes nas respostas dos alunos foram: suco de repolho roxo, e água de beterraba. Mas alguns ainda citaram um indicador artificial, a fenolftaleína.

Nesta questão três alunos preferiram não responder, e um aluno respondeu que conhece e deu como exemplo “a água ( $H_2O$ )”. O gráfico a seguir mostra a porcentagem de alunos que acertaram as respostas sobre indicadores ácido-base naturais:

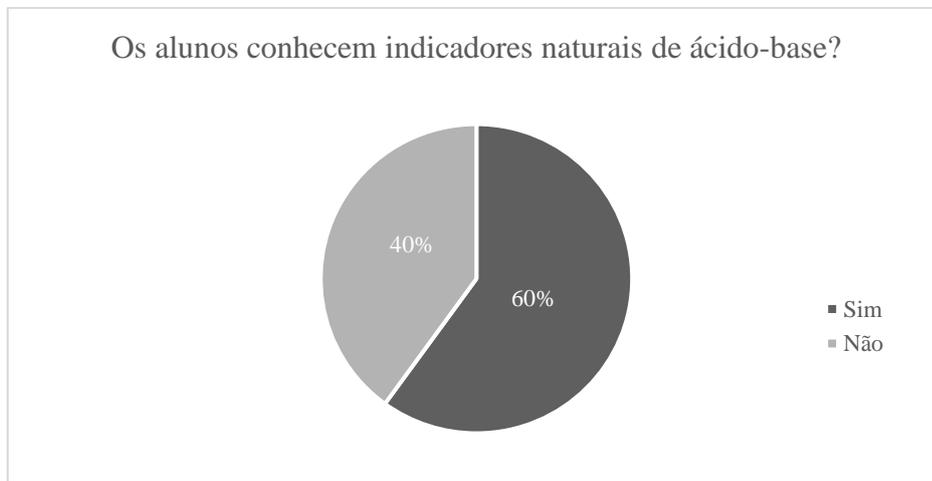


Gráfico 5: Os alunos conhecem indicadores ácido-base?  
Fonte: autora.

Percebe-se que eles possuem também noções básicas deste assunto, onde a quantidade de respostas equivalentes aos principais indicadores naturais foi expressivamente maior. Em conversa com a professora da turma ela mencionou que alguns dos alunos no ano anterior haviam participado de atividades experimentais na produção de indicadores, fato que justifica os dados obtidos.

A última questão desrespeitou o Tema Gerador propriamente dito, a chuva ácida. Perguntou-se: “*Você já ouviu falar em Chuva ácida? Sabe quais as principais causas?*”.

Um aluno não respondeu à questão, porém as respostas demais alunos estão apresentadas no gráfico a seguir:

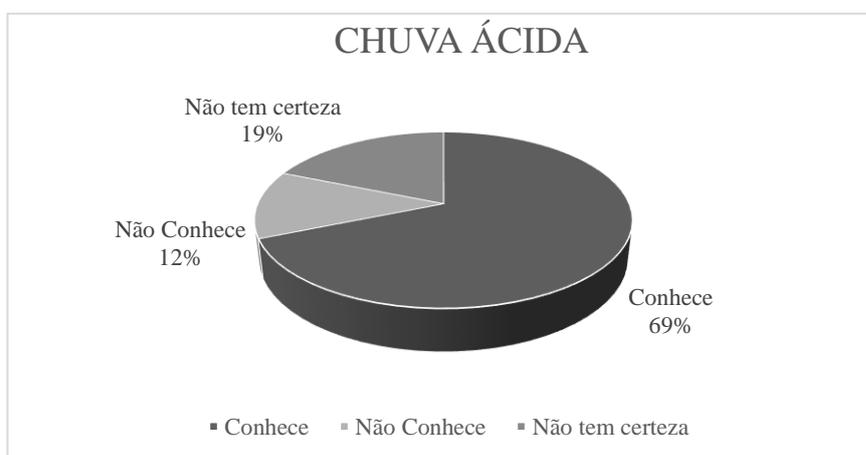


Gráfico 6: Conhecimentos prévios sobre Chuvas ácidas.  
Fonte: Autora.

Notoriamente a maioria dos alunos afirma saber o que é o assunto questionado, e apresentaram definições variadas e equivalentes ao tema, onde os termos mencionados ao relacionarem a causa dessa ocorrência foram: poluição, problemas ambientais, desmatamento, emissão de gases tóxicos, dióxido de carbono.

A familiarização dos alunos com o tema pode se justificar pela onda de notícias divulgadas pela mídia sobre esse fenômeno, ressaltando que no mês de agosto de 2019, ano de realização dessa pesquisa, este foi um assunto comentado nacionalmente, pela preocupação de sua ocorrência devido queimadas que possivelmente ocasionaram nebulosidade intensa na cidade de São Paulo (PORTAL G1, 2019).

A seguir, apresenta-se respostas de três alunos referente à essa questão:

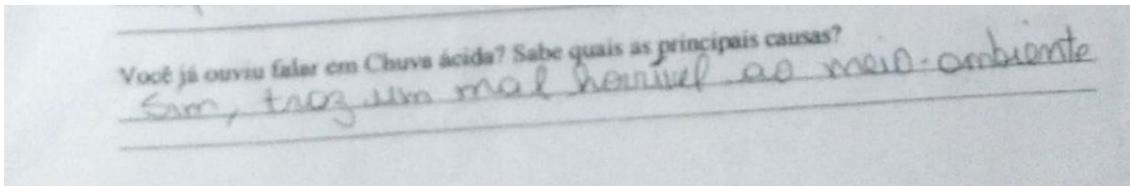


Figura 15 – Aluno 1 - Resposta à Questão 13.  
 Fonte: autora.

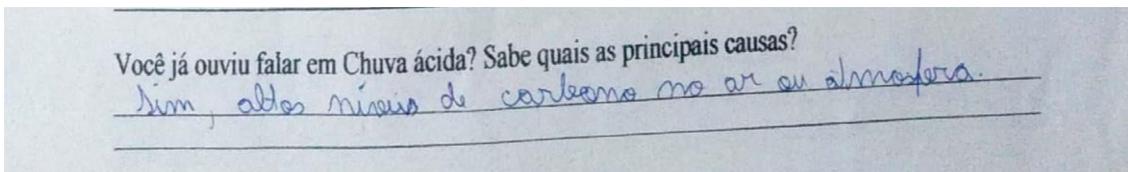


Figura 16 - Aluno 2 - Resposta à Questão 13.  
 Fonte: autora.

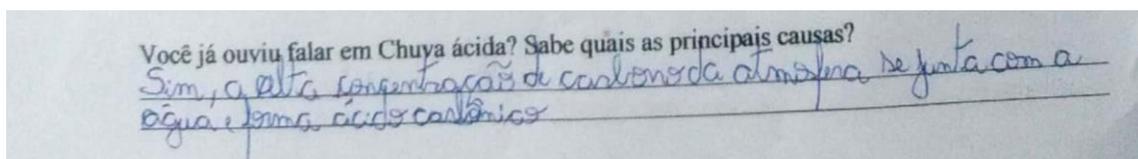


Figura 17 – Aluno 3 - Resposta à Questão 13.  
 Fonte: autora.

Percebeu-se com esses dados que os alunos tiveram maior facilidade em responder as perguntas relacionadas ao seu cotidiano, como as espécies de pH, um conteúdo já explorado em experimentos anteriormente, e uma notícia nacional com relação a um fato local, as queimadas. Autores como Carvalho (2013) mencionam essa facilidade, pois os alunos conseguem atribuir significados àquilo que lhes interessa e que tem contado direto.

Assim, segundo Baratieri et al. (2008) é essencial para o professor o conhecimento dos saberes iniciais de seus alunos, para que ele perceba a forma de pensar dos seus alunos,

e assim se instale, durante a realização da atividade experimental, a problematização e a dúvida.

#### 4.2.2 A Experimentação por verificação – Momento I

Segundo Oliveira (2010), a experimentação por verificação deve ser aplicada após a aula expositiva, pois necessita de abordagem prévia do conteúdo a ser abordado. Com base nisso, o Momento I dessa pesquisa compreendeu uma breve revisão do Tema Gerador (Chuva ácida), onde foram trabalhados conceitos, causas, e consequências deste fenômeno, além de noções básicas de pH e solução tampão. Durante essa fase os alunos pouco participaram, mesmo optando por uma aula expositiva dialogada, onde dava-se espaço e fazia-se questionamentos para os mesmos.

Após essa etapa, já no laboratório, as equipes receberam um roteiro contendo introdução, procedimentos e questões sobre o experimento, além de bandejas plásticas com todos os materiais e reagentes que iriam utilizar (Figura 17).

Chamamos de Equipe 1 e Equipe 2, as equipes da turma da 2ª série, e Equipe 3 e Equipe 4, as equipes da 3ª série do Ensino Médio.

A prática iniciou com os alunos fazendo leitura em equipe do roteiro e na sequência iniciaram a realização dos procedimentos. Durante a prática os alunos estavam mais comunicativos, atentos para os passos, porém algumas equipes não conseguiam ler atentamente o roteiro para segui-lo.

Nas quatro equipes os alunos dividiram as tarefas que cada um iria realizar. Foi observado uma competição entre eles para saber qual ‘time’ se sairia ‘melhor’.



Figura 18: Experimento A - Materiais e Reagentes  
Fonte: autora.

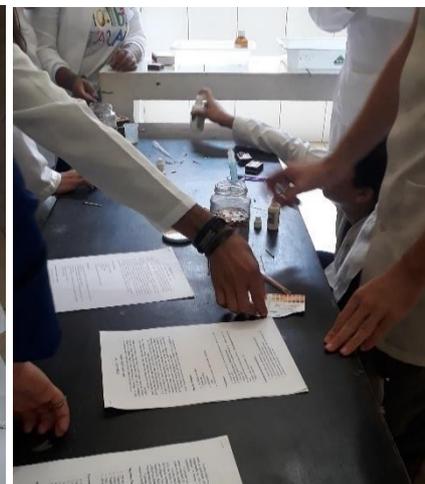


Figura 19: Experimento A - Execução do experimento com uso de roteiros.  
Fonte: autora.

Um aluno da Equipe 3 apresentou dificuldade em visualizar a alteração na coloração de sua equipe, visto que a mudança foi sutil, mas o suficiente para alterar o pH. Este estudante não estava convencido da alteração por meio da verificação do pH através do papel tornassol, mas ele afirmou precisar ver a mudança clara na coloração. Essa dificuldade justifica-se por conta de os alunos terem como referências experimentos com resultados visuais, bem como explosões, liberação de gases e as várias nuances de coloração (SOUZA et al., 2013).

Outra dificuldade observada em todas as equipes foi quanto a execução dos procedimentos, pois os alunos ao acender o palito de fosforo estavam esperando a ‘fumaça’ se dissipar para então introduzir o palito no sistema. Porém, nesse experimento a reação do gás produzido na queima do palito é o que reagiria para a alteração no pH.

Foi necessário a intervenção da pesquisadora, onde de maneira sutil, sugeriu que eles introduzissem o gás produzido no sistema. Após isso, eles perceberam que está ocorrendo a alteração na coloração, e um dos alunos comentou: *“eu pensei que a reação ia acontecer por causa da ‘cabeça do fosforo’ e não da fumaça”* (ALUNO 11).

Na figura a seguir é possível verificar o tom rosa claro no sistema e a grande quantidade de palitos de fósforo mencionada:



Figura 20: Resultado da Reação do Experimento I  
Fonte: autora.

Os alunos observaram a reação acontecer e tomaram nota. Ao final, responderam as questões propostas individualmente.

Pedi-se inicialmente que os alunos discorressem sobre o que observaram durante a experimentação. As respostas foram basicamente voltadas para a mudança na coloração em função da alteração do pH. Essas respostas confirmam as ideias de Souza et al. (2013, p. 11) o qual afirma que “os alunos gostam de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões”, isso os motiva e ganha sua atenção.

Os valores de pH também variaram em cada uma das equipes, visto que a quantidade de reagentes utilizadas não foi específico, conforme descritos no quadro a seguir:

EQUIPE	pH inicial	pH intermediário	pH final
Equipe 1	6	8	8
Equipe 2	6	8	7
Equipe 3	6	8	7
Equipe 4	6	9	8

Quadro 7: Valores de pH em atividade prática,  
Fonte: autora.

O pH inicial refere-se ao pH da água usado no experimento, sendo o mesmo para todas as equipes. O pH intermediário trata da solução quando adicionado a espécie básica. E o pH final, compreende os valores após adicionar o gás produzido.

Os alunos apresentaram muitas dificuldades em escrever as equações químicas para a reação observada, onde nenhuma das equipes conseguiu montá-las. Essa dificuldade apresentada fora mencionada pela professora em sua entrevista, que mostrou preocupação quanto a essa dificuldade, e alegando que tem trabalhado essa questão com os alunos, principalmente da 3ª série, porém sem muito êxito.

A última questão consistiu na seguinte pergunta: “Em sua opinião, quais as possíveis formas evitar a ocorrência de chuvas ácidas?”.

As respostas foram diversas, mas as equipes 1 e 2 apresentaram respostas semelhantes ao que ocorreu no experimento:

*“aumentando o pH adicionando uma base na atmosfera, ou usando palito de fósforo ecológico” (EQUIPE 1).*

*“retirar os gases poluente. E usar palito de fosforo sem enxofre” (EQUIPE 2).*

Esses alunos demonstraram não conseguir relacionar o experimento com a situação real, de maneira a adaptar o que fizeram na prática para o seu dia-a-dia, permanecendo literal.

A referência ao palito de fósforo ecológico se dá por ter sido apresentado a eles dois tipos de palitos de fosforo, um contendo enxofre e o outro não, para evidenciar as causas da redução do pH na solução que iriam trabalhar.

Como o palito de fósforo chamado de ecológico não possui enxofre eles associaram que não haveria a redução do pH do sistema com a queima, logo utilizaram como justificativa.

As equipes da 3ª série apresentaram repostas além do experimento, iniciando uma contextualização da prática com a teoria, porém não apresentaram uma solução para a questão proposta, conforme exposto a seguir:

*“o melhor é reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera” (EQUIPE 3).*

*“fazer o tratamento dos gases emitidos na atmosfera” (EQUIPE 4).*

As diferentes respostas podem decorrer da faixa etária entre os alunos, a maturidade que os alunos da 3ª série apresentam a mais que os outros, e o comprometimento com a prática. Uma vez que se observou por parte de uma minoria dos alunos a realização da atividade sem dar importância.

No entanto, para a maior parte dos alunos a atividade foi considerada uma proveitosa, pois demonstraram interesse em conseguir simular a chuva ácida conforme fora proposto a eles. Alcançando assim, a verificação da teoria, e compreendendo o processo que ocasiona as chuvas ácidas.

Esses resultados convergem com as ideias de Silva (2016) o qual expõe a importância desse tipo de atividade para os alunos, destacando participação efetiva dos alunos na realização desse tipo de atividade, e que a mesma atua como ferramenta no processo de aprendizagem, pois essas atividades podem facilitar a interpretação do que está sendo estudado.

#### **4.2.3 Sequência de Ensino Investigativo – Momento II**

Nesta etapa da pesquisa elaboramos uma Sequência de Ensino Investigativo segundo as orientações de Carvalho (2013), a qual compreendeu as sete etapas descritas no capítulo anterior (tópico 3.3.3 - Intervenção).

Inicia-se a atividade investigativa pela divisão das turmas em equipes. A importância dessa organização se dá segundo Carvalho et al. (2009), por ser “importante que os grupos sejam pequenos para facilitar o diálogo entre as crianças e permitir que elas tenham mais oportunidades de manipular o material”.

Todas as etapas da SEI foram feitas em conjunto com as duas turmas. A equipe 2 embora tenha participado de todas as etapas não entregou os relatos, não sendo possível a análise de seus dados.

Iniciou-se a Contextualização do Tema Gerador “Chuva ácida”, com uma conversa informal com os alunos perguntando o que haviam aprendido sobre “Chuva ácida”, quais as principais causas e consequências. Percebeu-se que as respostas foram similares as apresentadas no questionário inicial, porém todos os alunos manifestaram sua opinião.

Seguindo, apresentou-se a seguinte **Questão-problema** resumidamente: *“suponha que ocorreu uma chuva ácida em Humaitá, e no dia seguinte os ribeirinhos encontraram peixes mortos em um lago. Você é um cientista, o que você faria para reverter essa situação sem prejudicar os peixes?”.*

É importante destacar que mesmo que a problemática gire em torno de um trabalho de cientistas, não se espera nesse tipo de atividades que os alunos pensem e se comportem como tais, até porque “não tem idade, nem conhecimentos específico, nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tal realização” (CARVALHO, 2013).

Seguindo essa perspectiva Sasseron e Carvalho (2008) descrevem que o que se espera de SEIs é criar um ambiente investigativo simples, onde o professor consiga ensinar os conteúdo por meio de mediação e orientação em cada etapa do processo, e que os alunos consigam aos poucos ampliar sua linguagem científica, e assim o conhecimento científico.

A primeira reação dos alunos foi de empolgação. Muitos comentários paralelos surgiram, sendo necessário chamar a atenção para o foco da atividade, conduzindo o questionamento a um aluno por vez.

Eles foram convidados a discutir o problema entre os membros da equipe. Segundo Carvalho (2013, p. 12) isso facilita expor as opiniões, pois “é muito mais fácil propor suas ideias para um colega que ao professor”. A pesquisadora durante esse processo visitou as equipes, verificando se haviam entendido o problema proposto, e estimulando os debates.

Este problema foi explorado com os alunos conforme o quadro a seguir:

“Supondo que no início do mês de setembro houve a ocorrência de chuvas na região do município de Humaitá. Essa chuva apresentou pH de 5,3. Alguns moradores locais encontraram em um pequeno lago muitos peixes mortos e outros animais também foram encontrados mortos na redondeza”.

- Qual fator você considera ter tido maior contribuição para a ocorrência da chuva com esse pH?
- Em sua opinião porque os peixes morreram? E os outros animais?
- Porque a água daquele lago tornou-se prejudicial à vida?

Agora você e seus colegas trabalham em um laboratório e foram contratados para resolver o problema desse lago. Quais procedimentos químicos vocês realizariam?

- Elabore um roteiro, contendo procedimentos e ações necessárias para analisarem a condição da água e posterior tratamento.

Quadro 8: Questão - problema.

Fonte: autora.

As três perguntas secundárias do situações problema, foram respondidas oralmente pelos alunos. Para a primeira pergunta surgiram várias respostas, também semelhantes as respostas dadas no questionário inicial, e na questão 4 do Experimento A, onde surgiram os termos: poluição, usina termelétrica, desmatamento, e emissão de gases tóxicos.

As Equipes 3 e 4 sugeriram que a morte dos peixes foi em decorrência da chuva ácida ter se misturado com a água do lado. Porém as outras equipes tiveram dificuldades em apresentar uma resposta para essa pergunta. A pesquisadora auxiliou esses alunos, desafiando-os a chegar em uma resposta. Sobre a terceira pergunta, todos os alunos afirmaram ser por conta da chuva ácida, mas nenhum conseguiu explicar o porquê.

A pesquisadora convidou os alunos a fazerem estudo de duas notícias de websites que estão apresentadas na íntegra nos Anexos A e B deste trabalho, que compreende a etapa dois da SEI, **abordagem teórica**.

O primeiro texto, chamado de Texto “A”, tinha por título “*Fumaça dos incêndios na Amazônia já chegou ao céu do Uruguai*”, publicado pelo Jornal O Globo no dia 30 de agosto de 2019. Após a leitura individual, o texto provocou grande debate, onde todos os alunos queriam comentar sobre o assunto, pois foi um tema noticiado em toda a mídia, e no município de Humaitá foi possível vivenciar aquilo que era noticiado. Os alunos mostraram indignação a grande incidência de queimadas na região, dado testemunhos de pessoas afetadas diretamente com doenças.

A pesquisadora direcionou a conversa para quais as causas da ocorrência das queimadas na região, e todos os alunos apresentaram uma teoria, convergindo para o desmatamento por fazendeiros e posterior queima do terreno. O fator ‘altas temperaturas’ também foi mencionado pelos alunos, os quais alegaram que isso contribuiu para a ocorrência das queimadas. Outra situação mencionada foram as queimadas urbanas, que unanimemente os alunos apontaram como ter sido maior do que anos passados.

Direcionou-se novamente a discussão para os efeitos provocados pelas queimadas. Embora o próprio texto aponte a chuva ácida como consequência, apenas um aluno relacionou-as. Aproveitou-se a resposta do aluno para iniciar a discussão sobre as causas da chuva ácida, sendo que os alunos apresentaram respostas como a emissão de gases tóxicos, porém não associaram às queimadas, mas sim ao fato de a fonte de energia principal do município e região ser uma termelétrica, o aumento no número de automóveis nos últimos anos.

Sequencialmente os alunos receberam o segundo texto, Texto “B”, com o título “*Queimadas na Amazônia aumentam frequência de chuvas ácidas na região*”, publicado no dia 15 de agosto de 2012, pelo site do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amazonas (CREA-AM), como fonte o Portal Amazônia.

Optou-se por esse texto por ser de uma fonte técnica, mas de fácil compreensão para os estudantes, em decorrência do uso de linguagem simples. Este texto também apresenta

uma breve descrição de “*como identificar uma chuva ácida?*”, informação essencial para o desenvolvimento da SEI.

Diferente do texto anterior em que os alunos mostraram empolgação para comunicar suas opiniões, neste texto eles demonstraram mais curiosidade. Um aluno quis saber como ocorre exatamente a chuva ácida, pois mesmo que o texto tenha trazido esse tópico ele ainda precisava de melhor explicação. Então a pesquisadora pediu ajuda dos alunos para montar um esquema no quadro branco mostrando todas as etapas que podem causar uma chuva ácida.

Eles foram colaboradores e cada um citou um fator e um local específico para a ocorrência. A pesquisadora optou por destacar as fórmulas dos gases envolvidos no processo, sem montar a equação, visto que, após a realização do experimento eles montariam a mesma.

Iniciou-se um levantamento de hipóteses para prevenir as chuvas ácidas na região, e os alunos apresentaram diversas soluções. Entre elas, a troca da termelétrica da cidade por uso de energia solar, combater a poluição, e o Aluno 8 comentou que “*aqui em Humaitá já adotamos uma medida pra isso, que é o uso de bicicleta elétrica ao invés de motos*” (ALUNO 8). Esse comentário gerou debate pois outro aluno afirmou “*não adianta usar a [bicicleta] elétrica, se todo dia mais carros são comprados*” (ALUNO 10).

Os demais alunos entraram no debate, sendo este mediado pela pesquisadora afim de chegarem em um consenso. Por fim, eles concordaram que cada ação em prol de melhores condições ambientais é válida. Após esse estudo os alunos foram incentivados a retornar a Questão-problema, e elaborar **hipóteses** para resolver esse problema.

Eles discutiram em equipe inicialmente, e em seguida cada equipe expos sua hipótese para a turma, as quais encontram-se relacionadas no quadro abaixo:

Equipe	Hipótese
Equipe 1	Neutralizar o ácido que encontra-se no lago, usando uma base.
Equipe 2	Reduzir a quantidade de enxofre que contaminou o lago.
Equipe 3	Reduzir o ácido da água. Opções para reduzir: - antiácido (pó efervescente); - bicarbonato de sódio; acetona/amônia/água oxigenada.

Quadro 9: Hipóteses apresentadas para resolver a Questão-problema.

Fonte: autora.

Foram questionados sobre as hipóteses apresentadas, buscando justificativas para as mesmas. A equipe 1, apresentou uma justificativa plausível, porém não sabiam ainda quais reagentes poderiam utilizar. Segundo eles se adicionar uma base, o pH aumentaria. Porém, a pesquisadora perguntou aos alunos se “o pH só é prejudicial para a vida se estiver na faixa ácida?”. Alguns não souberam responder, mas a equipe 2 sugeriu que se o pH for muito básico ele também pode ser prejudicial, mas não souberam justificar essa colocação.

Perguntou-se a todos qual variação de pH eles considerariam aceitável para que o ‘lago’ pudesse ser habitável.

Um aluno da Equipe 1 respondeu que entre “5 e 8 o pH não prejudicaria os peixes”. Em vista dessa resposta a pesquisadora propôs relacionarem os valores de pH de substâncias conhecidas.

A Equipe 2, também não sabia até o presente momento que reagentes utilizaria, mas eles apontaram para a presença de ‘enxofre’ no suposto lago. Essa resposta aproxima-se do correto, pois um dos fatores para a produção das chuvas ácidas é a presença de dióxidos como o Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>).

A Equipe 3 mencionou ser necessário reduzir o ácido presente na água do lago, e apresentaram opções para isso. Entre as opções destacamos a utilização de um antiácido, onde foi questionado porque daquela escolha. Um dos alunos respondeu que “o antiácido a gente usa pra diminuir o pH do estômago, então pode ser útil pro lago” (ALUNO 7).

Perguntou a ele se seria viável usar no lago o antiácido, e que quantidade usaria, então ele refletiu e respondeu em seguida: “não dá pra usar isso, porque se não ia ser preciso um caminhão de Eno”. (ALUNO 7).

Percebe-se que o confronto de ideias fez com que o aluno refletisse sobre sua concepção e o mesmo concluiu que não era uma hipótese viável. Esse processo de erro e tomada de consciência é um passo importante para a construção do conhecimento, pois segundo Carvalho (2018):

É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto. O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno ensina mais do que muitas aulas expositivas quando um aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio (CARVALHO, 2018, p. 2).

Após o estudo do problema e levantamento de hipóteses passou-se pra etapa seguinte da SEI, o **pré-laboratório**.

Conforme o quadro 8, propôs-se: “Elabore um roteiro, contendo procedimentos e ações necessárias para analisarem a condição da água e posterior tratamento”.

Os alunos apresentaram-se inicialmente desorientados, sendo necessário um esclarecimento maior da pesquisadora. Esse esclarecimento se deu por meio de outras perguntas como: “Do que vão precisar pra resolver o problema do lago?” (AUTORA)

As respostas foram:

“De um lago”; (ALUNO 3)

*“De água da chuva”*; (ALUNO 9)

*“De ácidos e bases”*; (ALUNO 17)

E após vários questionamentos em cima das respostas dadas, chegaram à conclusão de que precisariam simular a água do lago do problema em questão, com o pH ácido.

Sobre isso destacamos o seguinte diálogo:

- *“mas seria bom se nós tivéssemos água da chuva mesmo pra fazer o experimento”* (ALUNO 12).

- *“é só a gente esperar chover e ‘aparar’”* (ALUNO 7).

- *“professora [pesquisadora] quando vamos fazer o experimento?”* (ALUNO 12).

- *“na próxima aula”* (PESQUISADORA).

- *“se chover podemos pegar a água da chuva e trazer pra fazer o experimento?”* (ALUNO 12).

Essa ideia sugerida por eles foi amadurecida junto a pesquisadora que propôs que eles construíssem um pluviômetro caseiro para coleta da água da chuva, e foi verificado que haveria 78% de chances de chover no dia seguinte a essa aula, segundo o site Clima Tempo. Ressalta-se que o experimento foi realizado três dias depois do dia que surgia a ideia.

Porém, não havia tempo para incluir essa prática no cronograma da SEI, e única solução foi que os alunos teriam que confeccionar em suas casas e trazer para a aula seguinte o pluviômetro, com a possível amostra de água.

Os alunos dispuseram-se a confeccionar o pluviômetro, onde a pesquisadora forneceu algumas instruções básicas para sua confecção com garrafa pet, e régua. Ressalta-se também que no dia não foi possível elaborar um roteiro diante do pouco tempo que dispunham. Mesmo assim, eles se propuseram a fazer.

Elaboraram os procedimentos para realização do experimento. Todas as equipes sugeriram usar o Experimento I nesta etapa, e após a alteração do pH, realizar procedimentos para reverter o pH ácido.

Mas eles foram instigados a aprimorar esse experimento, tomando consciência dos processos essenciais para a realização do mesmo.

Após questionamento e confronto de ideias os alunos concluíram que não foi o palito de fósforo que causou a simulação no primeiro experimento, mas sim a “queima do enxofre”. A pesquisadora levou para aquela aula dois tipos de palitos de fósforo, um ecológico, sem enxofre, e o outro comum contendo enxofre, fazendo questionamentos sobre o mesmo.

Em concordância os alunos definiram que realizariam a queima do enxofre em pó no pote com água da chuva para simular a chuva ácida, e posteriormente cada equipe testaria substâncias a fim de aumentar o pH.

Os alunos se dirigiram ao laboratório, compreendendo a etapa 5 da SEI, para fazer o levantamento do que usariam para a prática. O laboratório da escola não dispunha de reagentes para a realização desse experimento, então sugeriu que trouxessem de casa substâncias que são usadas diariamente e que eles acreditassem ser possível usa-las para solucionar o problema levando em consideração os valores de pH.

A maior dúvida dos alunos consistiu em como eles fariam para provocar a queima do enxofre dentro do vidro sem molhá-lo.

Muitas ideias surgiram, sempre orientadas pela pesquisadora, chegando ao consenso de inserir um suporte no vidro para armazenar o enxofre. Cada equipe confeccionou o seu material, conforme a figura a seguir:



Figura 21: Experimento II - Adaptação de suporte em pote de vidro.

Fonte: autora.

Os alunos utilizaram de tampa de garrafa de vidro presa a um pedaço de arame para servir como suporte para o enxofre em pó utilizado no experimento.

Na etapa de **Experimentação** os alunos trouxeram os Pluviômetros (cada equipe confeccionou um, de maneira semelhante ao proposto no roteiro anexo a este trabalho – Anexo C) contendo água da chuva que os mesmos coletaram. Além disso levaram vários produtos, os quais organizaram em bandejas plásticas no laboratório para posterior utilização, conforme as figuras a seguir:



Figura 23: Materiais e reagentes utilizados no Experimento II.  
Fonte: Autora.

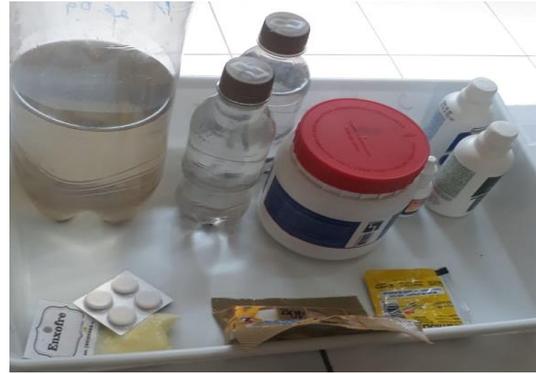


Figura 22: Materiais e reagentes utilizados no Experimento II.  
Fonte: Autora.

Entre os materiais destacamos: enxofre, soda caustica, água sanitária, água oxigenada, amoníaco, bicarbonato de sódio, vitamina C (liquida), antiácido (ENO), e vinagre.

Os alunos realizaram a prática, onde a primeira parte consistiu em simular a chuva ácida, a qual as equipes obtiveram valores de pH distintos. Ressaltando que foi feita a verificação do pH da água da chuva coletada por eles antes de iniciar a reação:

Equipe	pH inicial (água da chuva)	pH final ('chuva ácida')
Equipe 1	6	5
Equipe 2	6	4
Equipe 3	6	5

Quadro 10: Valores de pH obtidos no experimento II.  
Fonte: autora.

Na seqüência os alunos escolheram três opções de substancias para realizar o aumento do pH da solução, foram elas:

Equipe	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Equipe 1	bicarbonato de sódio	amônia	soda caustica
Equipe 2	bicarbonato de sódio	Antiácido	Vinagre + bicarbonato
Equipe 3	antiácido (pó efervescente)	bicarbonato de sódio	amônia

Quadro 11: Substâncias escolhidas pelas equipes para realização da prática  
Fonte: autora.

As esquipas justificaram a utilização do bicarbonato de sódio:

“*ele é um sal, e sal com ácido forma base*” (EQUIPE 1).

“*Se misturar um ácido + um sal resulta em uma solução básica*” (EQUIPE 2).

“*O bicarbonato reage com o ácido e ele produz OH que vai pegar o H da água*” (EQUIPE 3).

O antiácido os alunos utilizaram para sanar a curiosidade do que aconteceria com essa mistura. Antes de realizar o procedimento foram questionados sobre a natureza desse antiácido, e dois alunos mencionaram ser uma solução tampão.

A utilização das bases justificou-se pelo primeiro impulso de adicionar mais base em uma solução ácida. Porém os alunos foram questionados se os altos valores de pH resultante seriam bons para os seres vivos que supostamente habitam o lago.

Um aluno da Equipe 3 concluiu que: “*não podemos colocar amônia pois vai matar os peixes do lago*” (Aluno 7).

Apenas um grupo usou a mistura de vinagre com bicarbonato de sódio. Eles justificaram a escolha, e a apresentaram no relato:

*“A partir da medição dos pH’s foi possível notar que a mais eficiente para neutralizar o ácido, foi a mistura do vinagre e bicarbonato. Isso se deve ao fato de a mistura vinagre, que é um ácido, com o bicarbonato, que é sal, formar uma base. Que neutraliza de maneira mais controlada o  $SO_3$ , da água, do que só o bicarbonato, que também neutralizaria, mas poderia deixar o pH muito básico prejudicando os peixes”.* (RELATO - EQUIPE 2)

Os valores de pH obtidos nessa etapa do experimento foram respectivamente:

Equipe	Opção 1 – pH	Opção 2 – pH	Opção 3 – pH
Equipe 1	bicarbonato de sódio - 9	Amônia - 10	soda caustica - 14
Equipe 2	bicarbonato de sódio - 9	Antiácido - 4	Vinagre + bicarbonato - 8
Equipe 3	antiácido (pó efervescente) - 5	bicarbonato de sódio - 9	Amônia - 11

Quadro 12: Resultados obtidos no Experimento II.  
Fonte: autora.

Ao final dessa prática os alunos explicaram o que visualizaram e oralmente cada equipe escolheu uma das opções.

A única equipe que conseguiu resultado entre a faixa de pH aceitável para a água de um lago foi a Equipe 2. As Equipes 2 e 3 no relato apresentaram conclusões para a prática, sendo que a Equipe 1 somente descreveu os procedimentos.

A análise dos discursos dos alunos durante a experimentação se mostrou mais eficaz do que a análise dos relatos, o que evidencia as ideias de Carvalho (p. 18) sobre o processo de avaliação destacando que “é importante que sempre esteja atento à sua turma, às ações e aos resultados por ela realizados e alcançados. A observação e os registros do professor sobre os alunos são um instrumento de avaliação essencial para acompanhar o desempenho dos estudantes”.

As ações e atitudes dos alunos durante a SEI evidenciaram um maior proveito na compreensão do tema trabalhado, principalmente evidenciado por meio do confronto de ideias realizado com os alunos, onde os mesmos tinham a possibilidade de repensar e analisar suas próprias respostas.

#### 4.2.4 Concepções finais – Questionário Final

No questionário final foram investigadas as concepções dos alunos sobre as duas abordagens experimentais trabalhadas. Para tanto, iniciou-se com uma questão que permitiu aos alunos explicar qual dos experimentos realizados nessa pesquisa eles gostaram mais.

O experimento II obteve 92% de preferência dos alunos. Onde as justificativas para isso giraram em torno do papel que os alunos desempenharam.

O Aluno 4 ressaltou ter preferido o Experimento II por se sentir mais à vontade para realiza-lo. O mesmo aluno deixa claro que esse experimento não foi tão fácil quanto o primeiro: *“No primeiro experimento nós só tivemos que fazer o que estava no roteiro, e nesse outro não tinha roteiro, nós que tivemos que fazer um, mas isso foi legal”*.

O aluno 7 manifestou concordância com o colega, mas ressaltou que o motivo por preferir o Experimento II é por: *“é como se nós fossemos os cientistas. Nós resolvemos a situação”*.

Essas respostas confirmam as ideias de Carvalho (2018) onde o Grau de liberdade que é oferecido aos alunos nas atividades investigativas os dá autoconfiança, e lhes faz interagir mais na prática e se dedicar a resolver o problema proposto.

O fato de ser uma atividade nova para os alunos é normal apresentar algumas dificuldades, e até resistências por parte dos alunos. Além disso, os alunos não estão acostumados a serem instigados durante a realização de um experimento, e até mesmo a comunicação das suas percepções não é algo familiar para eles durante todo o procedimento pratico, mas sim, apenas expõe suas opiniões no relatório.

Já os 6% que preferiram o Experimento I, unanimemente justificaram por ser ‘mais fácil’, onde eles reproduziram o roteiro que fora disponibilizado. Santos e Frigeri (2013) sugere que os alunos mais tímidos e retraídos não gostam de se expor, ou até trabalhar em equipe, optando pelas práticas que lhes permitam permanecer em sua zona de conforto.

Quando perguntados sobre as diferenças que observaram entre as duas práticas a principal característica mencionada foi a ausência do roteiro no segundo experimento. Mas além disso, dois alunos observaram características essenciais da experimentação por investigação:

*“Os experimentos foram completamente diferentes, mesmo sendo sobre o mesmo assunto. No segundo, nós fizemos hipóteses para resolver o problema que a professora deu”.* (ALUNO 5)

*“Foi bem diferente o 2, porque a gente teve que buscar a resposta, e executar ela. Nós fizemos tudo nesse experimento, porque a senhora não deu roteiro, só a pergunta mesmo”.* (ALUNO 3).

Percebemos a presença nesses relatos da etapa de hipóteses e da etapa de pré-laboratório. Onde o papel ativo do aluno foi facilmente percebido por eles, e mostraram ter gostado de estar nesse papel.

Sobre a terceira questão: “As atividades práticas serviram para auxiliar no entendimento dos conteúdos trabalhados?”. Foi expressiva a contribuição que os alunos perceberam no aprendizado.

As justificativas para essa questão variaram desde a facilidade de visualizar a teoria, até esclarecimento de dúvidas.

O Aluno 2 justificou a resposta: *“Sim, contribuiu bastante, pois foi possível observar na prática o que tinha sido estudado na aula teórica”.*

O Aluno 4 afirmou: *“Sim. Na prática eu pude tirar dúvidas que tinham ficado da teoria”.*

A contextualização é uma importante vantagem que as atividades experimentais apresentam, pois quando os alunos conseguem visualizar a teoria fica mais simples compreender, e assim conseguem atribuir significados ao novo conteúdo, pois conforme Freire (1999) para compreender a teoria é preciso experienciá-la.

Foi perguntado também: “Qual a importância de conhecer o pH das substâncias de nosso dia-a-dia?”. Nesta questão apenas um aluno optou por não responder, e os demais declaram que é muito importante o estudo do potencial hidrogênico, pois segundo o Aluno 1: *“é importante porque a gente percebe que nem tudo que corrói é ácido”.*

Já o Aluno 8 respondeu que: *“é muito importante porque no nosso dia-a-dia tem muitas substâncias que são ácidas, e sabendo o que é e o que um ácido pode fazer podemos até acabar com uma azia”.*

O aluno 3 destacou uma confusão no conceito percebida nas respostas do questionário inicial: *“é importante, porque antes dos experimentos eu pensava que a ‘kiboa’ e a soda caustica eram ácidas, mas aprendi que são básicas”.*

A resposta do aluno 10 mostrou a relação do pH com o estudo da chuva ácida: *“a importância de estudar o pH pode ajudar muito, porque se sabemos o pH de uma água e ele*

*for menos que 5,5 sabemos que essa água fara mal, assim como a água da chuva pode ser ácida, e causar destruições”.*

Com isso percebeu-se que um dos objetivos da experimentação foram alcançados, pois os alunos, na maioria, conseguiram relacionar os conteúdos e aplicar em situações do cotidiano. Segundo Oliveira (2010) os erros que alunos cometem durante as aulas são reflexo de seus pensamentos e seus sistemas de referências e conceitos, que na visão deles são coerentes. Porém esse mesmo autor destaca a importância de entender o porquê do erro, e permitir que eles mesmo tomem consciência, colocando os alunos “em situações de conflitos de ideias e dando-lhes novos conhecimentos, criam-se condições para que o próprio aluno compreenda o erro, ou ainda para que o professor corrija alguns conceitos inadequados” (OLIVEIRA, 2010, p. 145).

## 5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A Química é uma disciplina que precisa ser trabalhada na prática, uma vez que seus conteúdos são facilmente relacionáveis com situações e fenômenos cotidianos. Ela também é vista como vilã pelos alunos, principalmente por, na maioria das vezes, não conseguir compreender a importância do conhecimento químico na aplicação de suas vidas.

O ensino de Ciências contribui significativamente na formação de cidadãos ativos na sociedade, por entre tantos motivos, trabalhar temas relacionados com o meio em que vivem os alunos. A apropriação desses conhecimentos fornece ao aluno a capacidade de opinar de forma categórica nas tomadas de decisões do seu meio social, podendo assumir uma postura comprometida com os problemas socioambientais.

Percebe-se com os dados obtidos nesta pesquisa que a estimulação pela utilização do laboratório serviu como uma estratégia de ensino eficiente, ao qual deve ser mantida constantemente para que possa proporcionar ao discente uma compreensão significativa, e oferecer meios que consigam relacionar conceitos vistos em sala de aula com o seu cotidiano.

A aplicação de duas abordagens distintas da experimentação mostrou pontos positivos e negativos em ambas as atividades. A experimentação por verificação mostrou-se um meio de introduzir os alunos à alfabetização científica, por meio da qual os alunos podem ter contato com as práticas experimentais manipulativas, servindo para comprovar a teoria. Já a experimentação investigativa, não centra-se nas questões manipulativas, mas atenta para a construção dos conceitos de forma dinâmica, onde percebeu-se nesta pesquisa, a grande contribuição de promover o confronto de ideias entre os alunos para a construção e aprimoramento dos conhecimentos científicos.

Observou-se a importância de durante uma sequência de ensino investigativo inserir uma atividade experimental tradicional com características de experimentação por verificação, principalmente com alunos que não são acostumados com as SEIs. Recomenda-se essa inclusão na etapa de abordagem teórica, isso porque a inserção dessa prática permite que os alunos relembrem os procedimentos básicos de um experimento e tomem como norte para a etapa de pré-laboratório. Porém, é imprescindível que o professor introduza um experimento que remeta a questão-problema, sem trazer a resposta para a problemática.

Algumas dificuldades para utilização dessas metodologias são expostas nessa pesquisa, principalmente as relatadas pela professora, porém além das questões de infraestrutura, e falta tempo para preparação das atividades. No entanto, concorda-se com Borges (2002) e Laború (1999), que embora seja de grande importância possuir recursos experimentais sofisticados e específicos, é essencial que o professor tenha consciência dos objetivos a serem

alcançados em cada prática, por mais simples que seja, e além disso ele precisa ter clareza quanto ao papel que a experimentação exerce na aprendizagem dos alunos, e também assumir que seu papel enquanto docente é o de orientar, instruir e propor o confronto de ideias entre os alunos. A formação inicial dos professores de disciplinas das áreas de exatas necessita rever suas diretrizes, a ponto de propor-se a ensinar os futuros professores quando as definições do que é experimentação, quais as diferentes abordagens que ela oferece, as possíveis contribuições obtidas por meio da mesma, e qual deve ser o papel do professor nesse processo. Pois, é uma dificuldade relatada frequentemente na literatura, em que os professores adotam como prática pedagógica o tradicionalismo, grande parte das vezes por não conhecer as vantagens e saber utilizar outras metodologias.

Conforme esclarece Oliveira (2010, p. 152) o importante é que as diferenças entre as várias abordagens “sejam bem compreendidas de forma que possam ser aplicadas com objetivos bem definidos e com estratégias que favoreçam, dentro dos limites de cada uma, a máxima eficiência para o aprendizado de novos conteúdos, procedimentos e atitudes”. Assim, a efetiva contribuição ao processo de ensino-aprendizagem que há na realização de atividades experimentais cujos os objetivos são claros e desenvolvidos de modo que os alunos tornem-se os protagonistas do processo, onde além de motivados pelas atividades consideradas diferentes das aulas tradicionais, eles propõe-se a refletir e questionar suas próprias concepções sobre os assuntos tratados.

Defende-se e sugere-se o desenvolvimento de livros ou apostilas contendo opções de Sequências de Ensino Investigativo de vários temas e disciplinas para que sirva de suporte e viabilize a inserção dessa abordagem experimental ao processo de ensino-aprendizagem.

Ressalta que esta pesquisa originou um projeto a ser desenvolvido com professores do Centro de Educação de Tempo Integral (CETI) Tarcila Prado de Negreiros Mendes no município de Humaitá-AM. Na grade curricular dos CETIs incluiu-se para o ano letivo de 2020 a disciplina Prática Experimental, que tem por objetivo prover a interdisciplinaridade entre as disciplinas da área de conhecimento Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias em atividades experimentais. Porém alguns professores desta escola mostraram-se resistente e desorientados para a execução da disciplina, apresentando conceitos destorcidos sobre o que são atividades experimentais. Surgiu então a ideia de ministrar um minicurso para estes professores apresentando referencial teórico sobre as práticas experimentais e mostrar-lhes como trabalhar as SEIs nesta disciplina. Ao final do curso pretende-se elaborar um produto com todas as práticas executadas durante o ano letivo de 2020.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, M. R. et al. The nature and state of general chemistry laboratory courses offered by colleges and universities in de United States. *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 5, p. 591-594, 1997.
- AIKENHEAD, G. The social contract of science: implications for teaching science. In: SOLOMON, J. e AIKENHEAD, G. (Eds.), *STS education - International perspectives on reform* (p. 11-20). New York: Teachers College Press, 1994. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Formação da área de Ciências: Memórias de pesquisadores no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Porto Alegre: v. 4, n. 1, p. 9-23, 2004.
- ALISON, R. B.; LEITE, A. E. **Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da física**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor - Caderno PDE (Versão online). V. 1, Paraná, 2016.
- AMARAL, L. **Trabalhos práticos de química**. São Paulo, 1996.
- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, p. 835-854, 2011.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n. 2, 2003.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva**
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980, p. 137. Tradução de Educational psychology. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- BARATIERI, S. M.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R.; ROCHA FILHO, J. B. Opinião dos estudantes sobre a Experimentação em Química no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. V. 3, n. 3, p. 19-31, 2008.
- BARDIN, L. (1977). **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70.
- BARROS, P. R. P.; HOSOUME, Y. Um olhar sobre as atividades experimentais nos livros didáticos de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11. **Anais [...]** Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a05v17n4.pdf> . Acesso em: 15 set. 2018.
- BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções** **Ciência & Educação** [online], vol.20, n.3, pp.579-593, 2014.
- BEVILACQUA, G. D.; SILVA, R. C. O ensino de Ciências na 5ª série através da experimentação. **Ciências & COgnição**, v. 10, p. 84-92, 2007.
- BIZZO, Nélio. Ciências: fácil ou difícil. São Paulo: Ática, 2002. In: MOREIRA, Ana Claudia Souza. **Uma visão Vygotskyana das atividades experimentais de física publicadas em revistas de ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

- BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC** Vol. 2 nº 1, p. 68-80, janeiro-julho/2005.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. In: **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.291-313, 2002.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. V. 21(Especial), p. 9–30, 2014.
- BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação: Lei nº 9394/96 – 24 de dez. 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 1998.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação: Lei nº 9394/96 – 24 de dez. 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação, MEC. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação**. Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, p.562, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: 2006. 135 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais mais para o ensino médio +: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**. V.13, n.5, p. 462 – 479, 2018.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. D.; PRAIA, J. & VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CAMPOS, M. C. D. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FDT, 1999.
- CANAVARRO, J.M. **Ciência e Sociedade**. Coimbra: Quarteto Editora, Coleção Nova Era, 1999, 228p.
- CANTINI, Marcos Cesar. **Química - Educação de Jovens e Adultos - Ensino Médio**. 1. ed. Curitiba: Editora Educarte, p.160, 2006. v. 1.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: Referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.) **O Uno e o Diverso**. Uberlândia: EDUFU, cap. 18, p. 253-266, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, p. 199, 2005.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. **Os estágios nos cursos de licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1998.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Sequências de Ensino Investigativas – SEI: o que os alunos aprendem? In: TAUCHEN, G.; SILVA, J. A. da. (Org.). **Educação em Ciências: epistemologias, princípios e ações educativas**. Curitiba: CRV, 2012.

CARVALHO, A.M.P.; SANTOS, E.I.; AZEVEDO, M.C.P.; DATE, M.P.S.; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO, V.B. **Termodinâmica: um Ensino por Investigação**. São Paulo: FEUSP, 1999.

CARVALHO, et al. **Ciência no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione. 2009.

CARVALHO. A. M. P. et al. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

CASTRO, R. S. **Investigando as contribuições da epistemologia e da História da Ciência no ensino de Ciências: de volta ao passado**. In: GATTI, S. R. T; NARDI, R.(org). A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. 1 ed. São Paulo: Escrituras editora, p. 29-51, 2016.

CEEBETEL. **Nossa Escola**. Centro Educacional Evangélico Betel – História. Disponível em: <http://ceebetel.com/historia/>. Acessado em: 04 de janeiro de 2019.

CHASSOT, A., **Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação**, Ijuí, editora da Unijuí, 2000.

CHEVALLARD, I. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO AMAZONAS (CREA-AM). Queimadas na Amazônia aumentam frequência de chuvas ácidas na região. Atualizado em: 15/08/2012. Disponível em: <https://crea-am.org.br/src/site/noticia.php?id=2361> Acessado em: 01 de janeiro de 2020.

COSTA, L. E.; FELICIO, C. M. **Experimentação e contextualização na identificação de ácidos e bases utilizando indicador natural**. In: II CECIFOP, v.2, 2019.

COSTA, L. E.; FELÍCIO, C. M. Experimentação e contextualização na identificação de ácidos e bases utilizando indicador natural. In: II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores, 2019. UFG, Catalão/GO. **Anais [...]**. 15 a 17 de maio de 2019.

COSTA, P. L. **Experimentação investigativa e ilustrativa: um estudo sobre a efetividade no ensino de geociências**. Faculdade UnB Planaltina, Curso de Licenciatura em Ciências Naturais (Trabalho de Conclusão de Curso). Planaltina – DF, 2015.

DAMIANI, M. F. et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, 2013. 57-67.

DOMINGUINI, L.; GIASSI, M. G.; MARTINS, M. C.; GOULART, M. L. M. **O ensino de ciências em escolas da rede pública: limites e possibilidades**. Cadernos de Pesquisa em Educação - PPGE/UFES. Vitória, ES. a. 9, v. 18, n. 36, p. 133-146, jul./dez. 2012.

FARIAS, C. S.; BASAGLIA A. M.; ZIMMERMANN, A. A importância das atividades no ensino de química. 2008. In: 1º Congresso Paraense de Educação em Química, **Anais [...]**. 2008.

FELIPAK, D. K.; PEREIRA, M.; MULLER, R.; MUNARETTO, L.; AIRES, J. A. Como Vem Sendo Abordada a Experimentação em Artigos Científicos Brasileiros? In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 2016, Florianópolis. **Anais [...]** Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ), 2016.

FERREIRA, D. C. K. **Os professores temporários da educação básica da rede pública estadual do paraná: a flexibiliza o das contrata oes e os impactos sobre as condi oes de trabalho**. Disserta o (Mestrado em Educa o) – Setor de Educa o, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**. Vol. 32, n. 2, maio 2009.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FERREIRA, M. V. S. **Contribui o das atividades experimentais investigativas no ensino de química da educa o básica**. Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul (Trabalho de Conclusão de Curso). Caçapava do Sul, 2018.

FILGUEIRAS, C. A. L. Origens da Ciência no Brasil. **Química Nova**: n. 13, v. 3, p. 222 – 229, 1990.

FORQUIN, J.C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria e educa o**. n. 5, p. 28-49, 1992.

FOUREZ, G. **Alfabetiza o científica y tecnológica**. Acerca de las finalidades de la ense anza de las ciencias. Buenos Aires, Colihue, 1997. In: NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no brasil: história, forma o de Professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**: n.39, p. 225-249, Campinas, 2010.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**. V8(2), p. 109-123. Porto Alegre: 2003.

FRANCISCO JÚNIOR, E. W. Uma Abordagem Problematizadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins. **Química Nova na escola**, n. 29, p. 20-23, ago. 2008.

FRANCISCO JÚNIOR, E. W.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na escola**, n. 30, p. 34-41, nov. 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FROTA PESSOA, O. et al. **Como ensinar ciências**. São Paulo: Nacional, 1987.

FUMAGALLI, L. **El desafío de enseñar ciencias naturales**. Una propuesta didáctica para la escuela media. Bueno Aires: Troquel, 1993.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Quim. Nova**, Vol. 27, No. 2, p. 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P.; Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M. D. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, p. 249-263, 2001.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. D. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Brasília-DF, 190p. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PEREZ, D. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E.W.O; NEVES, M.C.D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. **Educar**, n.14, p.39-57, 1998.

GIORDAN, M. Contexto e Continuidade. Metodologia de Ensino de Química. 2010. Disponível em: [http://www2.fe.usp.br/~giordan/edm431e2/T2\\_contexto-continuidade.pdf](http://www2.fe.usp.br/~giordan/edm431e2/T2_contexto-continuidade.pdf). Acessado em: 10 de janeiro de 2019.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, p.43-49, 1999.

- GONÇALVES, N. T. L. P.; COMARU, M. W. **A experimentação em Química no contexto das escolas estaduais de ensino médio do município de Viana - Espírito Santo**. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.
- GRANDY, R. E; DUSCHL, R. A. Reconsidering the character and role of inquiry in schools: Analysis of a conference. **Science and Education**, 16, p. 141-166, 2007.
- GUERRA, R. A. T. **Ciências Biológicas**. C 569 Cadernos CB Virtual 7. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.
- GUIMARÃES, L.; CASTRO, D.; LIMA, V.; ANJOS, M. Ensino de Ciências e experimentação: reconhecendo obstáculos e possibilidades das atividades investigativas em uma formação continuada. Ensaio e relatos. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 1164 a 1174, 2018.
- HILÁRIO, T. W. Sequência de Ensino Por Investigação: Uma proposta para o processo de Alfabetização. Produto educacional (Mestrado) – IFG – Campus Jataí, Programa de Pós-graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2018.
- IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological foundations of school Science. **Science & Education**, 12 (1), p. 27-43, 2003.
- KOTZ, John C.; TREICHEL JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. vol. 1, 5ª. ed., São Paulo: Pioneira Thomson, p. 671, 2005.
- KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1999.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: Harbra, 1998.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.
- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, Londrina, v. 12, n. 136, p. 95 – 101, 2012.
- LIMA, J. O.G. Um olhar sobre a história do ensino de Química no Brasil. In: ROMERO, M. A. V.; MAIA, S. R. R. O ensino e a formação do professor de Química em questão. Teresina: EDUFPI, 124 p, p. 12-28, 2013.
- LISBOA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Quím. nova esc**.V. 37, Nº especial 2, p. 198-202, São Paulo-SP, 2015.
- MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.). **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- MALAFAIA. G.; RODRIGUES, A. S. L. Uma reflexão sobre o ensino de ciências no nível fundamental da educação, **Ciencia & ensino**, v. 2, n. 2, p. 01-09, 2008.

MARCO, B. La alfabetización científica en la frontera del 2000. *Kikirikí*, 44-45, 35-42, 1997.

MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P.; SUAT, R. C.; SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; JUNIOR, J. B. S.; AKAHOSHI, L. H. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MARCONDES, M<sup>a</sup>. E. R. Proposições Metodológicas para o Ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Em Extensão*, Uberlândia, V. 7, p. 66 – 77, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica. 5. ed. – São Paulo:** Atlas 2003. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, L.R.A. Ensino por investigação e experimentação: uma análise da ação docente. **Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas)** – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2015. 54f.

MEDEIROS, E. A.; AMORIM, G. C. C. Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados. **Laplage em Revista**, Sorocaba, v. 3, p. 247-260, SETEMBRO 2017.

MILLAR, R. **Um currículo de Ciências voltado para a compreensão de todos.** Rev. School Science Review, 1996. Universidade de York, Senior Lecturer em Estudos Educacionais. Traduzido por Jordelina Lage Martins Wykrota e Maia Hilda de Paiva Andrade.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva.** Ijuí: Unijuí, 2007.

MOREIRA, A. C. S. **Uma visão Vygotskyana das atividades experimentais de física publicadas em revistas de ensino de ciências.** Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências.** Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/122/172>. Acesso em: 06 ago. 2018.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Formação da área de Ciências: Memórias de pesquisadores no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** Porto Alegre: v. 4, n. 1, p. 9-23, 2004.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no brasil: história, formação de Professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line:** n.39, p. 225-249, Campinas, 2010.

OLIVEIRA, C. M. A.; Carvalho, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, dez., 2005.

OLIVEIRA, J. F. S.; SANTANA, J. M.; FONSECA, K. C.; MENDONÇA, J. F.; SILVA E JUNIOR, C. A. B. Abordagens de Atividades Experimentais no Ensino de Química. **Blucher Chemistry Proceedings**. v. 3, n. 1, nov. 2015.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática; uma análise da influência francesa**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PENAFORTE, G. S.; SANTOS, V. S. O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de pH com alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. **EDUCAmazônia**, v. XIII, n. 2, p. 8-21, 2014.

PERON, C.; BUSATTA, C. A.; MAURER, D. C. B.; ROSSETTO, E.; TIGGEMAN, H. M.; SARAIVA, G. M.; SILVEIRA, L. G.; BALESTRIN, P.; OTT, V. P. M. O uso da experimentação como estratégia didático-pedagógica para o ensino de química **In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVIII ENEQ)**, 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Sc: Ed/sbq, 2016. 8 p. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1105-1.pdf>. Acesso em: 29 de mar. 2018.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. Tradução de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**. 5ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2004.

PORTAL G1. Moradores de SP coletam água preta de chuva em dia que a cidade ficou sob nuvem escura. Atualizado em: 20/08/2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/08/20/moradores-de-sp-coletam-agua-preta-de-chuva-em-dia-que-a-cidade-ficou-sob-nuvem-escura.ghtml>. Acessado em: 26 dez 2019.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Artmed: Porto Alegre, 2009

RICARDO, E. C. **As ciências no ensino médio e os parâmetros curriculares nacionais: da proposta à prática**. Florianópolis, dez. 2001.

ROSA, D. O. Aulas experimentais no ensino de química Do colégio militar do rio de janeiro: uma Abordagem sobre o processo ensino – Aprendizagem. **Revista Babilônia - Publicação Pedagógica do Colégio Militar do Rio de Janeiro**, 2020.

SANTOS, A. R.; GALIAZZI, M. C.; SOUZA, R. S. A análise textual discursiva na pesquisa em educação química: a categorização como possibilidade de ampliação de horizontes. **Rev. Iniciação e Formação Docente**: v. 4, ed. 2, p. 167 – 178, 2017.

SANTOS, K. P. S. **A Importância de Experimentos para Ensinar Ciências no Ensino Fundamental**. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 47 p., 2014.

SANTOS, R. A. O desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativas como forma de promover a Alfabetização Científica dos alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. 2016. **Dissertação (Mestrado Profissional)** - Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC-BA), Ilhéus – Bahia, 2016.

SANTOS, V. M. C.; FRIGERI, H. R. A necessidade da experimentação no ensino de química. In: XI Congresso nacional de Educação – EDUCERE, 2013, Curitiba. **Anais [...]**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 23 a 26/09/2013. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/CD2013/pdf/10246\\_6608.pdf](https://educere.bruc.com.br/CD2013/pdf/10246_6608.pdf). Acesso em: 04 de janeiro de 2019.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 17 – 22, jul./set. 1992.

SCHNETZLER, R. P. Práticas de ensino nas ciências naturais: desafios atuais e contribuições de pesquisa. In: ROSA, D. E. G. *et al.* (Orgs). **Didática e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos**. Rio de Janeiro: DP&A, p. 205-222, 2002.

SCHNETZLER, R. P., Alternativas didáticas para a formação docente em química. In: DALBEN, A. *et al.* (Coords.). **Coleção didática e prática de ensino**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SILVA, L. F.; INFORSATO, E. C. Algumas considerações sobre as críticas ao Conhecimento científico moderno no contexto do processo educativo e a temática ambiental. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 169-179, 2000.

SILVA, L. H. A.; SCHNETZLER, R. P. A mediação pedagógica em uma disciplina científica como referência formativa para a docência de futuros professores de Biologia. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 57-72, 2006.

SILVA, L. H.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/INIMED, p. 182, 2000.

SILVA, S. M.; RITTER, N. S.; SOARES, R. M.; SOARES, N.; SÓRIA, A.; GOLLE, D. P. **A visão dos discentes quanto as aulas experimentais em ciências**. In: Anais do XVI Seminário Internacional de Educação do Mercosul, XIII Seminário Interinstitucional, IV Cursos de Práticas Socioculturais Interdisciplinares, III Encontro Estadual de formação de professores e I Mostra de Trabalhos Científicos PIBID de 25 a 27 de agosto de 2014 – Cruz Alta: UNICRUZ, 2014.

SILVA, V. G. **A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências**. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Graduação em Licenciatura em Química. (Trabalho de Conclusão de Curso). Bauru, 2016, 42p.

SNYDERS, G. **A Alegria na Escola**. São Paulo: Manole, 1988.

- SOLINO, A. P.; FERRAZE, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. 2015. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. **Anais [...]**. Jan. de 2015.
- SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Grupo de Capacitação Técnica, Pedagógica e de Gestão - Cetec Capacitações. ISBN 978-85-99697-27-6. maio 2013.
- SOUZA, L. et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: Edusp, 2013. Disponível em: <[http://media.wix.com/ugd/4eb63d\\_e80a97ccab0e484b9582e3e7dfe129f5.pdf](http://media.wix.com/ugd/4eb63d_e80a97ccab0e484b9582e3e7dfe129f5.pdf)>. Acessado em: 08 de novembro de 2018.
- SPOSITO, N. E. C. **O Estágio Supervisionado e o Ensino de Ciências**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ENPEC, 2011.
- SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo - USP, 2008.
- TAHA, M. S. **Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza) - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguaiana, 2015.
- TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação **Atlas**. São Paulo – SP, 1987.
- WYZYKOWSKI, T.; GÜLLICH, R. I. da C.; HERMEL, E. do E. S. **Compreendendo concepções de experimentação e docência em Ciências: narrativas da formação inicial**. In: GÜLLICH, R. I. da C.; HERMEL, E. do E. S. Ensino de Biologia: construindo caminhos formativos. Curitiba: Prismas, 2013.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ZOMPERO, A. F., & LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación em Educación en Ciencias**. V.5, n. 2, p.12-19, 2010.
- ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67 -80, 2011.
- ZÔMPERO, F.; PASSOS, Q.; CARVALHO, L. M. A docência e as atividades de experimentação no ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **UNOPAR**, v. 7, p. 43-54, maio 2012.
- ZULIANI, S.R.Q. A. Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social. **Tese (doutorado)**- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006, 288p.

**APÊNDICE A****QUESTIONÁRIO INICIAL**

Caro aluno,

Este questionário é o instrumento de coleta de dados da pesquisa “A experimentação como estratégia de ensino de química em escola privada no município de Humaitá – AM” elaborado pela mestrandia Lucélia Rodrigues dos Santos, sob orientação do professor Dr. Jorge Almeida de Menezes, pelo Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Humanidades / PPGECH – IEEA – UFAM. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (dissertação de Mestrado). Não é necessário a identificação e será garantido o anonimato das fontes, mantendo a ética na pesquisa.

Agradecemos sua colaboração!

Você gosta de estudar Química?

( ) sim ( ) não

Qual o conteúdo de química que você estudou até agora que sentiu mais dificuldade em aprender?

\_\_\_\_\_  
Você gosta mais de aulas teóricas ou experimentais? Porquê?

\_\_\_\_\_  
Suas aulas de Química são mais teóricas, ou experimentais?

\_\_\_\_\_  
Quantos experimentos de química vocês já fizeram este ano?

\_\_\_\_\_  
Os experimentos feitos por vocês sempre são guiados por um roteiro?

\_\_\_\_\_  
Você prefere experimentos em que a professora executa e vocês visualizam, ou quando você e seus colegas realizam o experimento?

\_\_\_\_\_  
Em sua opinião qual a pior parte na realização de uma atividade experimental?

\_\_\_\_\_  
Você já ouviu falar em experimentação investigativa? Se sim, qual sua opinião?

\_\_\_\_\_  
Você conhece algum ácido em seu cotidiano? Se sim, qual?

\_\_\_\_\_  
O Que você entende por pH?

\_\_\_\_\_  
Você conhece algum indicador natural de ácido-base?

\_\_\_\_\_  
Você já ouviu falar em Chuva ácida? Sabe quais as principais causas?

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE B

### ROTEIRO EXPERIMENTAL: EXPERIMENTO “A” SIMULANDO A CHUVA ÁCIDA

A chuva ácida é um dos grandes problemas ambientais de aspecto global com que todos se confrontam. Ela tem causado morte de peixes, destruição de vegetações, contaminação do solo e água e degradação de monumentos artísticos, estruturas metálicas, de prédios, edifícios, pontes e outros, além do surgimento de doenças respiratórias.

A química está envolvida nesse processo, pois a chuva ácida ocorre devido à grande quantidade de óxidos ácidos poluentes, que são lançados na atmosfera e, que, posteriormente, reagem com a água da chuva produzindo ácidos.

Os principais óxidos que tornam a chuva ácida são os óxidos de enxofre ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ), que podem vir de diversas fontes, tais como erupções vulcânicas e decomposição de restos de animais e vegetais. No entanto, a concentração desses gases na atmosfera está atingindo níveis alarmantes porque a combustão de uma grande quantidade de combustíveis fósseis libera enxofre na forma de seus óxidos. Por exemplo, os combustíveis fósseis usados em indústrias, como o carvão mineral; e em automóveis, como derivados do petróleo, principalmente o óleo diesel.

O dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio do ar e se transformar no trióxido de enxofre, que se dissolve na água da chuva tornando-se ácido sulfúrico.

#### **Materiais e Reagente:**

- Pote de vidro com tampa;
- Conta gotas
- Palitos de fósforo;
- Fenolftaleína;
- Água;
- Hidróxido de amônio (solução de amônia, amoníaco).

#### **Procedimento:**

1. Coloque água no pote de vidro até aproximadamente um quinto da sua altura (verifique o pH);
2. Adicione algumas gotas do indicador fenolftaleína;
3. Acrescente algumas gotas de solução de amônia até que a solução mude de cor (verifique o pH);
4. Acenda um palito de fósforo dentro do frasco e deixe a cabeça do fósforo queimar toda;
5. Tampe e agite o frasco (verifique o pH);
7. Observe o que ocorre.

#### **Questões para discussão dos resultados:**

1. Discorra sobre o que você observou;
2. Quais os valores de pH obtidos nos três momentos de verificação?
3. Qual o ácido que está presente na solução final?
4. Escreva as principais equações químicas deste processo.
5. Na sua opinião em sua cidade há alguma possível fonte de contribuição para a ocorrência de chuvas ácidas? Se sim, qual?

**APÊNDICE C****EXPERIMENTO “B”  
QUESTÃO-PROBLEMA**

“Supondo que no início do mês de setembro houve a ocorrência de chuvas na região do município de Humaitá. Essa chuva apresentou pH de 5,3. Alguns moradores locais encontraram em um pequeno lago muitos peixes mortos e outros animais também foram encontrados mortos na redondeza”.

Qual fator você considera ter tido maior contribuição para a ocorrência da chuva com esse pH?

Em sua opinião porque os peixes morreram? E os outros animais?

Porque a água daquele lago tornou-se prejudicial à vida?

Agora você e seus colegas trabalham em um laboratório e foram contratados para resolver o problema desse lago. Quais os procedimentos químicos vocês realizariam?

Elabore um roteiro, contendo procedimentos e ações necessárias para analisarem a condição da água e posterior tratamento.

## APÊNDICE D

### QUESTIONÁRIO FINAL

Caro aluno,

Este questionário é o instrumento final de coleta de dados da pesquisa “A experimentação como estratégia de ensino de química em escola privada no município de Humaitá – AM” elaborado pela mestrandia Lucélia Rodrigues dos Santos, sob orientação do professor Dr. Jorge Almeida de Menezes, pelo Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Humanidades / PPGECH – IEEA – UFAM. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (dissertação de Mestrado). Não é necessário a identificação e será garantido o anonimato das fontes, mantendo a ética na pesquisa.

Agradecemos sua colaboração!

1. Qual dos experimentos realizados você gostou mais? Justifique.
2. Você observou alguma diferença entre os experimentos? Se sim, quais?
3. As atividades práticas serviram para auxiliar no entendimento dos conteúdos trabalhados?
4. “Qual a importância de conhecer o pH das substâncias de nosso dia-a-dia?”

## APÊNDICE E

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE: Para estudo sobre a Experimentação no Ensino de Química.**

Prezado (a),

Seu filho (a) está sendo convidado (a) para participar como voluntário e sem remuneração da pesquisa de Mestrado intitulada “A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE QUÍMICA EM ESCOLA PRIVADA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ – AM” de responsabilidade do pesquisadora Lucélia Rodrigues dos Santos (email: [lu\\_mre@yahoo.com.br](mailto:lu_mre@yahoo.com.br); telefone: 97-988035236), aluna do programa do Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, sob a orientação do professor Dr. Jorge Almeida de Menezes (email: [jorgejr@ufam.edu.br](mailto:jorgejr@ufam.edu.br); telefone: 97 3373-1180) tendo por endereço institucional: Rua Vinte e Nove de Agosto, 786 – Centro, Avenida Circular Municipal, 1805 – São Pedro, Humaitá – Amazonas – CEP: 69800-000, telefone: 97 3373-1180.

O presente estudo tem por **objetivo geral** analisar a utilização da experimentação como ferramenta metodológica para o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de química do Ensino Médio. Sendo seus **objetivos específicos**: verificar o aprendizado dos alunos a partir de duas atividades experimentais com diferentes Graus de Liberdade; e identificar como é trabalhada a experimentação no ambiente escolar.

Os alunos só irão participar da pesquisa mediante apresentação da sua autorização por meio do presente termo.

Esta pesquisa iniciará com um questionário afim de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática a ser trabalhada. Em um primeiro momento, será ministrada uma aula teórica, seguida da execução de uma atividade experimental tradicional. No segundo momento será feita a contextualização da temática trabalhada, seguida também de atividade experimental com abordagem investigativa. Ao final das etapas, os alunos responderão a outro questionário.

Assim, para seu conhecimento:

1- Seu filho(a) foi selecionado(a) devido à Instituição na qual estuda ser objeto de estudo desta pesquisa;

- 2- A participação dele(a) na pesquisa será por meio de questionários e participação em atividades práticas de laboratório;
- 3- Posterior à aplicação das estratégias de ensino segundo questionário será aplicado para verificar o que será modificado/acrescentado no conhecimento, bem como a percepção dos estudantes sobre o conteúdo trabalhado;
- 4- As respostas dele(a) serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o nome do seu filho (a) em qualquer fase do estudo;
- 5- O benefício relacionado à participação dele(a) será de ampliar o conhecimento científico para a área da Educação;
- 6- Os resultados da pesquisa serão destinados à escola dele(a) e à elaboração de trabalhos de pesquisas e/ou publicações científicas em revistas e eventos nacionais ou internacionais;
- 7- Fica assegurada a possibilidade de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, ou mesmo recusar-se a responder perguntas, sem nenhum prejuízo a ele(a);
- 8- A leitura dos itens da pesquisa será feita pausadamente e em tom de voz alta e com esclarecimento de dúvidas quando necessário;
- 9- Fica esclarecido que a participação é voluntária e que ele(a) não receberá nenhuma remuneração por estar participando da pesquisa;
- 10- Fica esclarecido que durante a pesquisa faremos uso de imagem e áudio (segue termo de solicitação de autorização para utilização de imagem e áudio);
- 11- Todo material desta pesquisa ficará sob a guarda da pesquisadora Lucélia Rodrigues dos Santos;
- 12- Ao concordar, o senhor (a) receberá uma via deste termo onde consta o número do telefone e endereço da pesquisadora, que poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação de seu(sua) filho(a), agora ou a qualquer momento.
- 13- A participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a identidade com padrões profissionais de sigilo. O nome do seu filho não será identificado em nenhuma publicação.

Vale ressaltar que toda pesquisa com seres humanos envolve riscos e benefícios, os quais são descritos a seguir:

**Descrição do Risco:** Quanto aos riscos decorrentes dessa pesquisa estão relacionados a participação nas atividades que serão conduzidas no âmbito do recinto escolar, que envolve ações do seu cotidiano, uma vez que a pesquisa será realizada na sala de aula e no laboratório

da própria escola. Porém as práticas experimentais serão desenvolvidas no laboratório visando minimizar os riscos aos participantes durante a na realização das práticas, uma vez que no laboratório encontram-se os equipamentos essenciais para segurança dos participantes.

Portanto, ao aceitar participar de tais atividades como forma de minimizar riscos a integridade física, será orientado uma série de requisitos mínimos, dentre eles, estar bem de saúde, vestir-se adequadamente, com calça, calçado fechado, e fazer uso dos EPI's (equipamentos de proteção individual) como jaleco, toca, máscara e luvas de borracha. Além disso, antes da ida ao laboratório será apresentado aos alunos as normas básicas de segurança no laboratório, que consistem basicamente no que pode e não ser feito no laboratório.

Fica também assegurado durante a condução das atividades assistência emergencial sem ônus de qualquer espécie e assistência integral decorrente de complicações geradas direta ou indiretamente da pesquisa. Dessa maneira o participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização conforme a Resolução CNS no 510, de 2016, capítulo IV, Art. 19º, parágrafo 2; logo haverá obrigação se de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem, conforme a Código Civil, Lei 10.406, de 2002, artigos 927 a 954, Capítulos I, "Da Obrigação de Indenizar", e II, "Da Indenização", Título IX, "Da Responsabilidade Civil".

**Descrição do Benefício:** Os principais benefícios desta pesquisa consistem em aumentar o conhecimento científico para a área da Educação, em especial, as estratégias de ensino que possibilitem a melhoria da qualidade de ensino no interior do Estado do Amazonas, com foco no estudo da Química. Possibilitar aos professores e estudantes a apropriação de uma metodologia de ensino além do espaço da sala de aula, de forma contextualizada usando o laboratório. As atividades propostas por essa pesquisa contribuem “para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos, não somente por propiciar interpretações, discussões e confrontos de ideias entre os estudantes, mas também pela natureza investigativa” (PARANÁ, 2008a, p. 71).

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do seu filho(a) ou sob sua responsabilidade não será liberado sem a sua permissão.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Ressaltamos que esta pesquisa foi submetida e aprovada no Comitê de Ética e Pesquisa -CEP – que é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. Este papel está baseado nas diretrizes éticas internacionais (Declaração de Helsinque, Diretrizes Internacionais para Pesquisas Biomédicas envolvendo Seres Humanos – CIOMS) e brasileiras (Res. CNS 466/12 e complementares). De acordo com estas diretrizes: “toda pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um CEP”. As atribuições do CEP são de papel consultivo e educativo, visando contribuir para a qualidade das pesquisas, bem como a valorização do pesquisador, que recebe o reconhecimento de que sua proposta é eticamente adequada. Esta missão é dividida em duas ações principais: a orientação aos pesquisadores e a análise dos projetos encaminhados.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra via será fornecida o senhor(a). Para qualquer outra informação, o(a) Sr(a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Rua 29 de Agosto, 786, Centro, pelo telefone (97) 3373-1180, ou pelo telefone pessoal (97) 98803-5236.

### Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado sobre o que a pesquisadora Lucélia Rodrigues dos Santos quer fazer e porque precisa da minha colaboração, entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar da pesquisa, sabendo que não vou ganhar nenhuma remuneração e que posso sair a qualquer momento da pesquisa. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via para cada um de nós.

Declaro que aceito que meu filho(a), participe dessa pesquisa. Permito, também, que os resultados obtidos sejam apresentados e publicados em eventos e artigos científicos desde que a identificação de meu(minha) filho(a) não seja realizada.

Humaitá - AM, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo sujeito participante da pesquisa



Impressão do  
dedo polegar  
caso não saiba  
assinar

\_\_\_\_\_  
Pesquisadora: Lucélia Rodrigues dos Santos

\_\_\_\_\_  
Orientador: Dr. Jorge Almeida de Menezes

## APÊNDICE F

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENOR DE IDADE

Sou aluna do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Humanidades do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA da Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Estou realizando uma pesquisa sob a orientação do professor Dr.<sup>a</sup> Jorge Almeida de Menezes, intitulada “A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE QUÍMICA EM ESCOLA PRIVADA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ – AM”.

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa que será realizada no Centro de Educacional Evangélico Betel no município de Humaitá – Amazonas. Com essa pesquisa pretendemos analisar a utilização da experimentação como ferramenta metodológica para o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de química do Ensino Médio.

Para acesso às informações, serão utilizados dois questionários com perguntas abertas e fechadas a fim de realizar um levantamento sobre seus conhecimentos prévios acerca do Tema Gerador, suas concepções e experiências com atividades experimentais no contexto escolar.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar o termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Seu nome não será identificado em nenhuma publicação.

Quanto aos riscos decorrentes dessa pesquisa estão relacionados a participação nas atividades que serão conduzidas no âmbito do recinto escolar, que envolve ações do seu cotidiano, uma vez que a pesquisa será realizada na sala de aula e no laboratório da própria escola. Durante a utilização do laboratório os riscos destacados consistem em acidentes,

riscos de contaminação por produtos químicos e contaminação biológica. Porém as práticas experimentais serão desenvolvidas no laboratório visando minimizar os riscos aos participantes durante a na realização das práticas, uma vez que no laboratório encontram-se os equipamentos essenciais para segurança dos participantes.

Portanto, ao aceitar participar de tais atividades como forma de minimizar riscos a integridade física, será orientado uma série de requisitos mínimos, dentre eles, estar bem de saúde, vestir-se adequadamente, com calça, calçado fechado, e fazer uso dos EPI's (equipamentos de proteção individual) como jaleco, toca, máscara e luvas de borracha. Além disso, antes da ida ao laboratório será apresentado aos alunos as normas básicas de segurança no laboratório, que consistem basicamente no que pode e não ser feito no laboratório.

Vale ressaltar que durante o desenvolvimento da prática experimental haverá a presença de um técnico de laboratório auxiliando na execução dos experimentos. Fica também assegurado durante a condução das atividades assistência emergencial sem ônus de qualquer espécie e assistência integral decorrente de complicações geradas direta ou indiretamente da pesquisa.

Os principais benefícios desta pesquisa consistem em aumentar o conhecimento científico para a área da Educação, em especial, as estratégias de ensino que possibilitem a melhoria da qualidade de ensino no interior do Estado do Amazonas, com foco no estudo da Biologia. Possibilitar aos professores e estudantes a apropriação de uma metodologia de ensino além do espaço da sala de aula, de forma contextualizada usando o laboratório. As atividades propostas por essa pesquisa contribuem “para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos, não somente por propiciar interpretações, discussões e confrontos de ideias entre os estudantes, mas também pela natureza investigativa” (PARANÁ, 2008a, p. 71).

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra via será fornecida a você. Para qualquer outra informação você poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Rua 29 de Agosto, 786, Centro pelo telefone (97) 3373 1180, ou poderá entrar em contato

com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-1181.

### Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Portanto declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Humaitá-AM, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável



Impressão do dedo polegar  
Caso não saiba assinar

\_\_\_\_\_  
Pesquisadora: Lucélia Rodrigues dos Santos

\_\_\_\_\_  
Orientador: Dr. Jorge Almeida de Menezes

**APÊNDICE G****TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E ÁUDIO**

Neste ato, eu, \_\_\_\_\_, AUTORIZO o uso de imagem e áudio do (a) aluno (a), a qual está sob minha responsabilidade, em todo e qualquer material entre fotos e documentos, para ser utilizada no projeto de pesquisa “A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE QUÍMICA EM ESCOLA PRIVADA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ – AM” realizado pela mestrandia Lucélia Rodrigues dos Santos, para fins de divulgação científica, destinada à divulgação ao público em geral. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem e áudio acima mencionada em todo território nacional e no exterior, das seguintes formas: composição de Dissertação para o Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Ensino de Ciências e Humanidades - PPGECH, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA, em nível de Mestrado na Instituição Universidade Federal do Amazonas - UFAM, sediada na Rua 29 de agosto nº 786 Centro – Humaitá – AM; apresentação em material de Defesa da Dissertação; publicação em livros e artigos.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

---

Assinatura do estudante menor

---

Assinatura/autorização dos pais ou responsável legal

Humaitá-AM, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

## ANEXO A

TEXTO A: fumaça dos incêndios na Amazônia já chegou ao céu do Uruguai nevoeiro já mudou a rotina do aeroporto de Carrasco, em Montevideu, e pode provocar até chuva ácida.

*O Globo*

30/08/2019 - 20:05 / Atualizado em 30/08/2019 - 20:16



Fumaças provenientes das queimadas na Amazônia chegam à Argentina e ao Uruguai Foto: UESLEI MARCELINO / REUTERS

RIO — O céu do **Uruguai** já começa a sentir os efeitos da fumaça decorrente dos incêndios que tomam a **Floresta Amazônica**. Em alguns casos, o nevoeiro é tão espesso que compromete até mesmo a visibilidade nas regiões.

De acordo com a Rádio França Internacional, a fumaça que encobre o espaço aéreo uruguaio chegou a provocar transtornos no Aeroporto de Carrasco, em Montevideu. Meteorologistas temem ainda que a fumaça ajude a formar chuvas ácidas, situação que pode gerar prejuízos à agricultura local.

Já na Argentina, especialistas alertaram na última sexta-feira (23) para a possibilidade de a fumaça da Amazônia chegar ao país. O alerta foi estampado nos sites dos principais jornais do país e acabou se confirmando ao longo desta semana.

Segundo o Climatempo, existem condições climáticas propícias ao transporte de fumaça da Amazônia aos dois países.

Entre ontem e hoje de manhã, os ventos estavam favoráveis a trazer o fluxo de

umidade e fumaça da região amazônica ao Uruguai e à Argentina. Mas não é possível precisar se há fumaça, já que as imagens de satélite ainda não mostram isso.

O fenômeno que turva o céu da Argentina e do Uruguai já acontece em cidades brasileiras. Em Porto Velho, as partículas de fumaça aumentaram a procura aos hospitais em razão de problemas respiratórios. Médicos alertam que respirar a fumaça pode provocar até mesmo pneumonia.

Em São Paulo, as nuvens negras que se formaram sobre a cidade na semana passada também são uma consequência dos incêndios, segundo o Climatempo. Vários episódios confluíram naquele dia. As condições de vento e a frente fria favoreceram essa situação. Já havia um quadro de nuvens carregadas, mas as fumaças e outras variáveis ajudaram a formar aquela situação. Isso pode acontecer aqui no Brasil, mas em outros países também.

## ANEXO B

TEXTO B: Queimadas na Amazônia aumentam frequência de chuvas ácidas na região.  
Atualizado em 15/08/2012 - 11h46

Em altos níveis, a chuva ácida causa a morte de animais, tem efeitos negativos sobre a saúde humana e pode corroer estruturas expostas ao ar.

Com a chegada do período com clima mais seco na Amazônia, especialistas alertam para o crescimento no índice de chuvas ácidas na região. Em entrevista ao portalamzonia.com, a chefe do Instituto Nacional de Meteorologia no Amazonas, Lúcia Gularte, alerta para os perigos que estas chuvas podem trazer para a saúde humana, além de apontar as principais causas deste fenômeno natural.

Com a chegada do período com clima mais seco na Amazônia, especialistas alertam para o

crescimento no índice de chuvas ácidas na região. Em entrevista ao portalamzonia.com, a chefe do Instituto Nacional de Meteorologia no Amazonas, Lúcia Gularte, alerta para os perigos que estas chuvas podem trazer para a saúde humana, além de apontar as principais causas deste fenômeno natural.

A meteorologista explicou que as chuvas ácidas tendem a se intensificar na Amazônia, principalmente no segundo semestre do ano, por conta da diminuição no número de chuvas. “Esse fator, associado às altas temperaturas alcançadas neste período, causam a baixa umidade relativa do ar, que por consequência, gera também incêndios florestais naturais, um dos principais causadores de chuvas ácidas”, disse. Outro ponto destacado por Lúcia Gularte como causador deste fenômeno são as grandes concentrações e movimentações de veículos automotivos em centros urbanos. Para a meteorologista, todas as capitais da Amazônia estão sujeitas a ocorrência de chuvas ácidas.

Com essa grande concentração de carros, há uma maior ‘residência’ de partículas de gases do ar, como enxofre, dióxidos e monóxidos em geral. Esses gases, em contato com o vapor de água na atmosfera, geram o que chamamos de fotólise, processo que dá origem a chuva ácida”, destacou a especialista.

Ainda nos grandes centros urbanos, outro fator que contribui para a formação de chuvas ácidas é a queima de óleo diesel ou carvão vegetal, principalmente em grande escala, como ainda é feito nas usinas termelétricas.

A especialista alerta para os impactos diversos de chuvas ácidas sobre a floresta amazônica como um todo, devido aos baixos níveis de PH (índice que indica a acidez,

neutralidade, ou alcalinidade de um meio qualquer), sobre a água doce e o solo. “Como consequência, há casos de mortandade de peixes, insetos, anfíbios e plânctons devido a falta de oxigênio na água. As chuvas causam também efeitos negativos sobre a saúde humana, além de corrosão em equipamentos expostos ao ar, como estruturas metálicas, edifícios e carros”, finalizou a meteorologista.

Como identificar uma chuva ácida?

A meteorologista apontou que as chuvas ácidas ocorrem na região amazônica principalmente no período da tarde. Mais especificamente em torno das 15h. As chuvas ácidas acontecem nesse horário devido as temperaturas girarem entre os níveis mais altos do dia.

Os meses “secos” na Amazônia apresentam índices pluviométricos que variam entre 40 e 150 milímetros (mm) de chuva, dependendo da localidade. Em Manaus, Lúcia destacou que no mês de agosto a média de chuvas gira em torno apenas de 47,3 mm. Além disso, também há uma diminuição no número de dias com chuvas, o que aumenta a quantidade de gases que se concentram na atmosfera.

Em anos de fenômeno El Niño, a meteorologista ressaltou que já ocorreram secas na Amazônia que deixaram áreas de Manaus com mais de 70 dias sem chuva. “Isso causou índices de umidade relativa abaixo de 30%, o que facilita a ocorrência de chuvas mais ácidas”, concluiu.

Fonte: Portal Amazônia