

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ASPECTOS QUALITATIVOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: UM OLHAR
SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO NA PERSPECTIVA BACHELARDIANA

HERMINIA DA SILVA MARQUES

MANAUS- AM

2017

HERMÍNIA DA SILVA MARQUES*

**ASPECTOS QUALITATIVOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: UM OLHAR
SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO NA PERSPECTIVA BACHELARDIANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Amazonas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Processos de Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática.

ORIENTADORA: PROF^a DRA SIDILENE AQUINO DE FARIAS

COORIENTADORA: PROF^a DRA KATIUSCIA DOS SANTOS DE SOUZA

*Bolsista FAPEAM

MANAUS- AM

2017

Ficha Catalográfica

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

M357a Marques, Hermínia da Silva
Aspectos Qualitativos nas Transformações Químicas: Um Olhar sobre as Dificuldades de Aprendizagem de Alunos de Ensino Médio na Perspectiva Bachelardiana / Hermínia da Silva Marques. 2017
142 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Sidilene Aquino de Farias
Coorientadora: Katiuscia dos Santos de Souza
Tese (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Ensino-Aprendizagem. 2. Transformações Químicas Qualitativas. 3. Obstáculos Epistemológicos de Bachelard. 4. Dificuldades de Aprendizagem. 5. Experimentação Investigativa. I. Farias, Sidilene Aquino de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

HERMÍNIA DA SILVA MARQUES

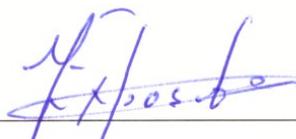
ASPECTOS QUALITATIVOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: UM OLHAR SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA BACHELARDIANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Katiuscia dos Santos de Souza
Presidente da Banca



Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot
Membro Interno



Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes
Membro Externo

MANAUS – AM

2017

DEDICATÓRIA

Ao meu amado Deus, senhor Jeová, o todo poderoso, por me dar força e coragem.

Ao meu esposo, Honilton Fábio Mota Medeiros, por me encorajar sempre, pelo incentivo, paciência, dedicação e amor. Amo-te, esposo!

Às minhas mães, dona Elisângela Silva e dona Terezinha Melo, e irmãs (em especial Francisca Marques) pelo amor, ensinamentos, correções, e por estarem presentes nas horas mais necessárias.

Às minhas sobrinhas Sofya Marques e Maria que nos momentos de tédio e desalento, alegravam meus dias com suas brincadeiras cheias de ingenuidade.

À minha orientadora Professora Sidilene Aquino de Farias, por dividir um pouco do seu conhecimento.

À minha coorientadora, Professora Katiuscia dos Santos de Souza, por dividir um pouco do seu conhecimento, por acreditar em mim, pela paciência, atenção, empatia, excelente coração e companheirismo nos momentos mais difíceis na escrita dessa dissertação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer acreditar e me amparar nos momentos difíceis desta caminhada, com fé e esperança.

Ao Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira, referencial como pesquisador e pela grande contribuição para realização dessa pesquisa.

Ao Prof. Dr. Raimundo Passos, por seus conhecimentos compartilhados e experiência na área química.

Ao Prof. Dr. Túlio de Orleans por ser um facilitador na pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Mauro Pio por sua empatia e materiais disponibilizados.

À Edilene, técnica do laboratório de Química da UFAM, por dividir seus conhecimentos e demonstrar vontade em ajudar.

A todos os professores do programa de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, em especial aos professores Thierry, Renato, Ênio, Yuri e Marta, que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Darling, Thiago, Carmel, Rosângela, Pâmela e Breno pela amizade, companheirismo, trocas de informações e incentivo. E todos os colegas do programa, pelo apoio nesta caminhada.

À professora Kiuzze Klíssia Leite por abrir um pouco de seu espaço na sala de aula, sempre disponível, com boa vontade, empática, alegre.

Ao professor Geraldo de filosofia e sociologia do CETI João dos Santos Braga, pela receptividade, atenção e disposição.

Aos alunos do CETI João dos Santos Braga pela acolhida e grande contribuição para essa pesquisa. Vocês são uns queridos.

À minha amiga desde os tempos de CEFET, Isadora Ribeiro, pelas palavras de incentivo e compreensão.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio financeiro por meio de bolsa de estudos.

RESUMO

MARQUES, H. S. **ASPECTOS QUALITATIVOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: UM OLHAR SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA BACHELARDIANA.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017.

Ao analisar a aprendizagem de conceitos científicos à luz da Filosofia da Ciência pautada em Gaston Bachelard, propõe-se entender os obstáculos ao desenvolvimento das ideias científicas. A presente pesquisa teve como objetivo estudar as dificuldades de aprendizagem de alunos do Ensino Médio sobre os conceitos científicos relacionados aos aspectos qualitativos das transformações químicas, como a evidência de formação de novos materiais, produção de gás e luz, buscando evidenciar a presença dos obstáculos epistemológicos a **experiência primeira**, a **generalização prematura**, o **obstáculo realista** e **substancialista** que são entraves na significação e ressignificação de conceitos científicos químicos nos saberes escolares. A pesquisa foi realizada numa escola estadual pública do município de Manaus com alunos da 1ª série do Ensino Médio, a partir de uma sequência didática com metodologias de ensino e aprendizagem investigativa. A metodologia de pesquisa foi embasada com características do tipo estudo etnográfico, dando ênfase a observação participante, com análise de conteúdo. Os resultados mostraram que os obstáculos epistemológicos com maior número de frequência contidos nas compreensões dos alunos foram experiência primeira, seguida do obstáculo substancialista, da generalização prematura e obstáculo realista e que as interpretações dos mesmos foram embasadas a partir do senso comum, explicando suas compreensões por meio do realismo ingênuo ou ainda no conhecimento concreto, no real aparente que lhes é apresentado aos sentidos, sem que houvesse uma ponderação maior, não significando que todos alunos que participantes tiveram comportamentos idênticos. Conclui-se que a abordagem das dificuldades de aprendizagem a partir dos obstáculos bachelardianos com a utilização da experimentação investigativa contribuiu em vários aspectos para a formação dos alunos de maneira conceitual, procedimental e atitudinal, refletindo sobre o processo de ensino-aprendizagem, apontando para a necessidade de trabalhar com metodologias investigativas que possibilitem questionar a origem dos conhecimentos, sendo sempre importante procurar métodos alinhados ao processo de reflexão a cercar da construção dos conceitos científicos, que denotem a necessidade de reflexão a luz da filosofia da ciência.

Palavra-chave: Ensino-aprendizagem. Transformações químicas qualitativas. Obstáculos epistemológicos de Bachelard.

ABSTRACT

MARQUES, H. S. **QUALITATIVE ASPECTS IN CHEMICAL TRANSFORMATIONS: A LOOK AT THE LEARNING DIFFICULTIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN THE BACHELARDIAN PERSPECTIVE.** Masters dissertation. Postgraduate Program in Science Teaching and Mathematics. Federal University of Amazonas. Manaus, 2017.

In analyzing the learning of scientific concepts in the light of the Science Philosophy according to Gaston Bachelard, it is proposed to understand the obstacles to the development of scientific ideas. The present research had as objective to study the learning difficulties of High School students about the scientific concepts related to the qualitative aspects of the chemical transformations, such as the evidence of formation of new materials, production of gas and light, seeking to evidence the presence of epistemological obstacles the **first experience**, the **premature generalization**, the **realistic and substantialist obstacle** that are hindrances in the signification and resignification of scientific chemical concepts in the school knowledge. The research was carried out in a public state school in the city of Manaus with students from the 1st grade of High School, based on a didactic sequence with teaching methodologies and investigative learning. The research methodology was ethnographic, such as content analysis. The results showed that the epistemological obstacles with the highest number of frequency contained in the students' comprehension were first experience, followed by the substantialist obstacle, the premature generalization and the realistic obstacle, and that the students' interpretations were based from naive realism, explaining their understandings through of naive realism or of concrete knowledge, in the apparent reality presented to the senses, without considering a greater ponderation, not meaning that all students who participated had identical behaviors. It is concluded that the investigative approach contributed in several aspects to the formation of students in a conceptual, procedural and attitudinal way, reflecting on the teaching-learning process, pointing to the need to work with investigative methodologies that make it possible to question the origin of knowledge, being always important to look for methods aligned with the process of reflection about the construction of scientific concepts, which denote the need for reflection in the light of the science philosophy.

Key words: Teaching and learning. Qualitative chemical transformations. Epistemological obstacles of Bachelard.

RESUMEN

MARQUES, H. S. ASPECTOS CUALITATIVOS EN LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS: UNA MIRADA SOBRE LAS DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA MEDIA EN LA PERSPECTIVA BACHELARDIANA. Tesis de Maestría. Programa de Posgrado en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas; Universidad Federal del Amazonas. Manaus 2017.

La tesis tiene una perspectiva de averiguar el aprendizaje de conceptos científicos y como base comprender las dificultades al desarrollo de las ideas científicas tomando como contribución teórica el campo de la filosofía, de la ciencia, pautado en el filósofo teórico Gastón Bachelard. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad estudiar los problemas del aprendizaje de alumnos de la enseñanza media sobre los conceptos científicos pertinentes a los aspectos específicos de la evolución química. Esta intención late a lo largo de todo el trabajo, a partir de la epistemología histórica de Bachelard. Es importante resaltar que serán investigados los obstáculos epistemológicos a **la primera experiencia, la generalización prematura, el obstáculo realista y sustancialista** que son impedimentos en la significación y resignificación de ideas científicas químicas en los saberes escolares. La investigación se desarrollará en una escuela estatal pública del municipio de Manaus con alumnos de la 1.º etapa del curso de enseñanza media, a partir de un proceso didáctico con metodologías de enseñanza y aprendizaje diversificada, que busca abordar los conocimientos químicos relacionados a las transformaciones químicas. El procedimiento de metodología de investigación adoptado será el tipo etnográfico dentro de que llamamos en la investigación educativa de estudio etnográfico, pues busca comprender los fenómenos en las acciones sociales, a partir de la percepción de los individuos investigados. Así, se justifica este aporte teórico, ya que el educando posee innumerables formas de expresar y desarrollar su pensamiento acerca de las ideas científicas. Para la recolección de identificación serán utilizados como instrumentos; cuestionarios, entrevistas semiestructuradas, diario de campo, hojas de actividades y situaciones didácticas pautadas en el tipo de investigación problematizadora, registrada con recursos audiovisual. Se espera como resultado de este estudio, conocer las representaciones que los estudiantes poseen acerca de las transformaciones químicas, permitiendo superar barreras al aprendizaje y la idealización de los conocimientos científicos, como los impedimentos epistemológicos.

Palabra clave: Enseñanza y aprendizaje. Transformaciones químicas cualitativas. Obstáculos epistemológicos de Bachelard.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 01 - MÉDIA PONDERADA DOS PARTICIPANTES (P1-P16).....	58
FIGURA 02 - MÉDIA PONDERADA DOS PARTICIPANTES (P17-P32).....	59
FIGURA 03 - OBSTÁCULOS EPISTEMÓLOGICOS E AS TRANSFORMAÇÕES....	63
TABELA 01 - OCORRÊNCIA DOS OBSTÁCULOS EPISTEMÓLOGICOS.....	63

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01- FASES DO DESENVOLVIMENTO PARA PIAGET.....	27
QUADRO 02- QUESTIONÁRIO INICIAL- DISCRIMINAÇÃO DAS QUESTÕES.....	57
QUADRO 03- OBSERVAÇÃO E HIPÓTESES-DINÂMICA DAS CAIXAS.....	65
QUADRO 04- NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO NO LABORATORIO DE CIÊNCIAS.....	70
QUADRO 05- RESPOSTA DO ALUNO P2.....	74
QUADRO 06- RESPOSTA DO ALUNO P14.....	75
QUADRO 07- RESPOSTA DO ALUNO P31.....	76
QUADRO 08- RESPOSTA DO ALUNO P1, P20 e P30.....	77
QUADRO 09- CATEGORIA 1 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1.....	79
QUADRO 10- CATEGORIA 2 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1.....	81
QUADRO 11- CATEGORIA 3 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1.....	83
QUADRO 12- RESPOSTA DO ALUNO P20.....	87
QUADRO 13- RESPOSTA DO ALUNO P26.....	88
QUADRO 14- CATEGORIA 1 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2.....	90
QUADRO 15- CATEGORIA 2 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2.....	91
QUADRO 16- CATEGORIA 3 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2.....	94
QUADRO 17- RESPOSTA DO ALUNO P18.....	97
QUADRO 18- RESPOSTA DO ALUNO P33.....	98
QUADRO 19 – CATEGORIA 1 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3.....	100
QUADRO 20 – CATEGORIA 2 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3.....	101
QUADRO 21 – CATEGORIA 3 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3.....	103

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

Al(n): REFERÊNCIA AO ALUNO ENTREVISTADO

AM: AMAZONAS

CEP: CONSELHO DE ÉTICA E PESQUISA

LDB: LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO

MEC: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

MP-CO: MÉDIA PONDERADA – COM OBSTÁCULO

MP-SO: MÉDIA PONDERADA – SEM OBSTÁCULO

P(n): REFERÊNCIA AO ALUNO NAS FOLHAS DE ATIVIDADES

PCN: PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

SEDUC: SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO

TCLE: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UFAM: UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 – COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA: BREVE HISTÓRICO E APRENDIZAGEM.....	19
1.1. Breve histórico sobre a componente curricular Química	19
1.2. Dificuldades de aprendizagem em Química	20
1.3. Aprendizagem e formação de conceitos científicos	24
CAPÍTULO 2 – PERSPECTIVA BACHELARDIANA: EPISTEMOLOGIA DA RUPTURA E OS OBSTACULOS EPISTEMOLÓGICOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS	31
2.1. Perspectiva bachelardiana: a descontinuidade do conhecimento científico e o ensino-aprendizagem de Química	31
2.2. Do realismo ingênuo ao conhecimento científico	34
2.3. Obstáculos epistemológicos e as transformações químicas	38
2.4. Utilização do erro para a formação do espírito científico	44
CAPÍTULO 3 - QUESTÕES DE PESQUISA E METODOLOGIA	47
3.1 Problema de pesquisa e Objetivos	48
3.1.1 Objetivo geral.....	48
3.1.2. Objetivos específicos	48
3.2 Procedimentos éticos	48
3.3 Abordagem metodológica.....	49
3.4 Contexto e sujeitos da pesquisa	51
3.5 Percorso metodológico	51
3.5.1 Elaboração e aplicação questionário inicial	51
3.5.2 Elaboração e realização de curso no contra turno	52
3.6 Organização e análise dos dados	55

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 Questionário Inicial – Possíveis obstáculos epistemológicos.	57
4.2 Caixa de Pandora – Como ocorre a investigação científica	64
4.3 Atividades Experimentais Investigativas - Adaptação.	67
4.4 Situação Investigativa 1 – Novos Materiais (SD-4).	70
4.5 Situação Investigativa 1 – Entrevista 1 – (SD-5).	78
4.6 Situação Investigativa 2 – Formação de Gás (SD-6).....	84
4.7 Situação Investigativa 2 – Entrevista 2 – Formação De Gás (SD-7).	89
4.8 Situação Investigativa 3 – Formação de Gás (SD-8).....	94
4.9 Situação Investigativa 3 – Entrevista 3 – Formação de Luz (SD-9).	99
4.10 Questionário Final – Avaliação do Minicurso (SD-10).....	105
CAPÍTULO 5- CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
OBRAS CONSULTADAS	116
APÊNDICE -1 – TERMO DE ANUÊNCIA DA ESCOLA	117
APÊNDICE - 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO	118
APÊNDICE - 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	119
APÊNDICE - 4 - QUESTIONÁRIO INICIAL	120
APÊNDICE - 5 – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	123
APÊNDICE - 6 – FOLHA DA CAIXA DE PANDORA	127
APÊNDICE -7 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL ADAPTATIVA	128
APÊNDICE - 8 – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS	130
APÊNDICE 9 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS	132
APÊNDICE 10 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS	134
APÊNDICE - 11 – FOLHAS DE ATIVIDADES	136

APÊNDICE - 12 – FOLHAS DE ATIVIDADES.....	137
APÊNDICE - 13 – FOLHAS DE ATIVIDADES.....	138
APÊNDICE - 14 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	139
APÊNDICE - 15 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	140
APÊNDICE - 16 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	141
APÊNDICE - 17 – QUESTIONÁRIO FINAL.....	142

INTRODUÇÃO

A ciência Química é constituída por uma grande quantidade de conceitos, construtos teóricos elaborados para interpretar diversos fenômenos, os quais podem ser relacionados a aspectos quantitativos e qualitativos, compreendendo o estudo da composição dos materiais, bem como as transformações que podem vir a sofrer e as consequentes variações de energia que acompanham essas transformações.

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), o aprendizado de Química no Ensino Médio

[...] deve possibilitar ao estudante a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2002, p. 87).

Nessa perspectiva, as propostas curriculares atuais para o ensino de Química também orientam que o conhecimento escolar necessita ser abordado a partir de três eixos: composição dos materiais, propriedades e transformações. Dessa forma, o aprendizado dessa ciência requer dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem a compreensão da matéria tanto na visão macroscópica quanto na submicroscópica.

Aprender Química também implica em conhecer e mobilizar uma nova linguagem, pois essa ciência faz uso de símbolos como representações dos materiais e de transformações que serão essenciais para a comunicação da ciência, além de ser um importante instrumento para formação de cidadãos.

Esse aprendizado de Química torna-se relevante diariamente à medida que somos apresentados a novos produtos, os quais surgiram a partir do questionamento científico e da demanda tecnológica. Tais produtos surgem para facilitar ou modificar nossas vidas de um modo geral; no entanto, como entenderemos e daremos a devida importância a esses recursos se não conhecemos como seus conceitos são construídos cientificamente? Tal questionamento esclarece a importância de se entender como conceitos são construídos cientificamente, pois é preciso ser capaz de saber responder, participar e ter uma visão crítica em discussões públicas sobre assuntos que demandem esse tipo de conhecimento (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Entende-se que a apropriação do conhecimento em Química configura-se como um valioso instrumento para a efetiva formação do cidadão, pois poderá lhe permitir uma leitura

mais crítica e consciente acerca do mundo à sua volta. Nesse sentido, os conceitos químicos têm grande importância, principalmente no que diz respeito às transformações químicas, pois grande é sua aplicabilidade no cotidiano, bem como em contexto científico e tecnológico (PIO, 2006). Por isso, reitera-se a necessidade de investigar como os alunos constroem ou entendem tais conceitos.

Nas últimas décadas, várias pesquisas sobre como os alunos interpretam as transformações químicas no ensino médio foram publicadas, tais como Chagas (2001), Fernandez e Marcondes (2006), Lopes (1995), Schnetzler (2004) e Zuliani *et al.* (2012).

Chagas (2001) nos diz que os estudantes possuem grandes dificuldades em ultrapassar aspectos perceptíveis em uma reação química, confundindo-as com as mudanças de estado ou seja, transformações de caráter físico, não evidenciando a interpretação científica, que concebe as transformações químicas por meio de reorganização de suas estruturas através da recombinação dos átomos envolvidos na transformação.

Para Fernandes e Marcondes (2006) a Química fica reduzida a uma mera descrição de propriedades macroscópicas e suas mudanças sem uma análise mais profunda sobre a importância de seus conceitos ainda mais as reações químicas, emergindo conceitos científicos distorcidos, pois demanda vários fatores tais como: demonstrações por parte do professorado, linguagens científicas pouco comum ao aluno, leis, teorias e a própria atividade experiencial do alunado. Os alunos têm ideias de continuidade da matéria, além de atribuir propriedades e características macroscópicas ao mundo submicroscópico (FERNANDES e MARCONDES, 2006).

Lopes (1995) nos indica que os livros didáticos classificam os fenômenos em físicos e fenômenos químicos, no caso do primeiro como reversível assim superficial e no segundo como irreversível e “profundo”. Essa classificação traz consigo um tratamento para as transformações químicas como processos mecânicos e rígidos, sem deixar claro a importância de reconhecer as várias transformações químicas e físicas para os alunos, e a multiplicidade desses fenômenos, pois para melhor aprendizagem eles precisam reconhecer, descrever e explicar essas reações com base em modelos científicos (LOPES, 1995).

Schnetzler (2004) mostram que, embora muitos alunos possam resolver problemas quantitativos das transformações químicas, poucos são capazes de responder questões qualitativas que requerem um conhecimento conceitual, submicroscópico, mais profundo dos fenômenos abordados.

Pautado em seus estudos baseados em atividades experimentais investigativa acerca das reações químicas com alunos do Ensino Médio, como a queima de uma vela, por exemplo, Zuliani *et al.* (2012) destacou que os alunos elaboraram suas respostas tendo em conta suas concepções espontâneas, e a partir delas elaboraram reações de causa e efeito para a ocorrência de fenômenos por eles vistos. Observou-se distorções explicativas pautadas no realismo ingênuo, concepções de primeira mão, constituindo obstáculos a aprendizagem e por consequência dificuldades de aprendizagem sobre as transformações químicas (ZULIANI *et al.*, 2012).

Na literatura, há relatos de alunos que, ao saírem do ensino médio, agem como se pouco soubessem dos conteúdos da disciplina Química, visto que são incapazes de interpretar fenômenos ou reações químicas presente no cotidiano, a partir do conhecimento ou da leitura científica. Por exemplo, um alimento que está passando por processo de decomposição, um portão de ferro que está sendo corroído. Considerando os fenômenos mencionados e a literatura pertinente, infere-se que, apesar do elevado grau de importância desses conceitos químicos, os alunos demonstram dificuldade em aprendê-los.

Vale ressaltar que tais dificuldades têm raízes nas abstrações complexas e em não respeitarmos ou considerarmos, por exemplo, o repertório de representações que o aluno tem sobre o mundo em sua volta, das transformações químicas presente no seu dia a dia. Outro fator que contribui para as dificuldades apresentadas consiste na forma como a Química é ensinada: como uma ciência de conteúdo estático, para simples memorização de símbolos e fórmulas, ficando esquecidas as questões relativas à maneira como acontece a construção desse conhecimento.

Segundo Chassot (1995), o ensino de Química deve estabelecer relações com as diversas situações reais que o aluno vivencia, possibilitando-lhe uma visão geral, já que essas situações são dinâmicas e temporais. Isso fará com que o aluno estabeleça relações da Química aos mais diversos contextos a que ele for exposto.

Recorrendo ao passado, algumas motivações que conduziram a elaboração deste plano de pesquisa surgiram a partir das inquietações e reflexões sobre a experiência como professora de Ciências Naturais e de Química. Nessa trajetória, eu pude observar a constante dificuldade dos alunos do Ensino Médio em aprender conceitos sobre *reações químicas*. O modo como essa disciplina é ensinada têm grande importância, no entanto fica esquecido o

modo como o aluno apreende e constrói seus conhecimentos relacionados aos conceitos químicos, ou seja, implicações de caráter epistemológico.

Faz-se importante mencionar que os professores, na tentativa de explicar de maneira simplista os conceitos sobre as transformações químicas, acabam disseminando conceitos errôneos, cheios de concepções do senso comum, que configuram como entraves à aprendizagem de conceitos científicos.

A partir do enfoque epistemológico e de como conhecimento químico é construído pelo aluno, emergirão fatores e erros conceituais que impedem a aprendizagem, dentre eles, os obstáculos epistemológicos. Diversas teorias buscam olhar os problemas de aprendizagem e, neste trabalho, optou-se por um enfoque epistemológico à luz da filosofia da ciência ao utilizar a obra *A formação do Espírito Científico*, de Gaston Bachelard, que traz a compreensão em relação aos obstáculos que impedem a construção do conhecimento científico.

Nessa perspectiva, o filósofo francês Gaston Bachelard (2005) conceitua os entraves à aprendizagem de conceitos científicos de obstáculos epistemológicos, ou seja, formas de conhecimento petrificadas na mente dos alunos que, entretanto, são diferentes do modelo científico correto e constituem entraves à formação do espírito científico.

O teórico observou que a evolução de um conhecimento pré-científico para um nível de conhecimento científico passa, quase sempre, pela rejeição de conhecimentos adquiridos anteriormente que não suficientes para responder os possíveis questionamentos, defrontando-se com alguns obstáculos. Desse modo, os obstáculos epistemológicos não se constituem na falta de conhecimento e, sim, de conhecimentos antigos, arraigados à concepção cognitiva do educando como correta, que cria uma barreira à aceção de novas concepções cientificamente corretas. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa consiste em responder o seguinte questionamento na perspectiva bachelardiana: como os alunos do ensino médio explicam as seguintes evidências de transformações químicas: Produção de novos materiais? Produção de gás? Produção de luz? Investigando quais as compreensões que alunos do ensino médio, de escolas estaduais públicas de Manaus, apresentam sobre os aspectos qualitativos das transformações químicas, à luz das ideias do teórico Gaston Bachelard.

CAPÍTULO 1 – COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA: BREVE HISTÓRICO E APRENDIZAGEM

1.1. BREVE HISTÓRICO SOBRE A COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA

Hoje, a disciplina Química é um componente curricular obrigatório na Educação Básica, sendo um de seus objetivos, além da formação cidadã (SANTOS e SCHNETZLER, 2003), estudar a composição e as transformações da matéria, bem como construir explicações no nível submicroscópico (POZO; CRESPO, 2009). Todavia, nem sempre ela foi um conhecimento obrigatório no currículo, necessitou percorrer um grande caminho até sua inclusão.

No Brasil, o ensino de Química vem sendo estruturado desde sua implantação na educação secundária, em 1931, até os dias atuais quando as escolas buscam adequar-se às exigências educacionais recomendadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) presentes na Resolução CEB/CNE nº 02 de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012).

De acordo com Lima (2013), o ensino da disciplina Química, como matéria regular do antigo Ensino Secundário Brasileiro foi proposto na Reforma Educacional Francisco Campos em 1931. Os objetivos dessa reforma eram proporcionar aos alunos conhecimento científico a fim de despertar o interesse pela ciência e sua relação com o cotidiano.

Nos anos 60 do século XX, o golpe militar ocorrido no ano de 1964 marcou uma nova transformação no ensino, que passou a ser entendida como contribuinte à formação de mão de obra qualificada. O ensino era praticado por profissionais com dificuldades para atuar em sala de aula, devido à formação tecnicista. O conhecimento científico ainda era considerado neutro e inquestionável.

O período da década de 70 foi caracterizado pela promulgação da Lei 5.692 de 11 de agosto de 1971, através da qual foi criado o ensino médio profissionalizante, assim o ensino de Química passou a ter um caráter exclusivamente técnico-científico (LOPES, 2007).

Segundo Scheffer (1997), as disciplinas só se constituíram definitivamente como componentes curriculares, quando se aproximaram das vertentes que deram origem aos seus saberes puramente científicos. A escola secundária não devia servir para a formação do futuro cientista ou profissional liberal, mas sim para formação do trabalhador, elemento fundamental

para responder às demandas do desenvolvimento. O professor detinha o conhecimento, que era transmitido ao aluno; este, por sua vez, era concebido como tábula rasa, que através de repetição exaustiva e realização de atividades de memorização, chegava ao conhecimento. Os conhecimentos prévios que detinham eram totalmente desconsiderados no processo de ensino.

Os anos 90 são marcados pela promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Esse período ficou conhecido como década da educação, e o Ensino Médio passou a ter finalidades como preparar o estudante para o trabalho e continuidade nos estudos.

Dessa forma, as escolas precisaram se reestruturar promovendo um Ensino Médio significativo no qual a Química tenha seu verdadeiro valor cultural enquanto instrumento fundamental numa educação humana de qualidade, desenvolvendo no estudante a capacidade de analisar, julgar, posicionando-se com responsabilidade para atuar na transformação que a sociedade globalizada exige (MEDEIROS, 2014).

Com a promulgação da Lei 9394/96, de 20 de dezembro de 1996, que institui as Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (LDBEN), o objetivo do Ensino Médio passou a ser o de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos na educação fundamental, além de desenvolver a compreensão e o domínio dos fundamentos científicos e tecnológicos, fatores que contribuíram para a necessidade de uma reforma curricular. Assim sendo, o educando deve ter, ao concluir o ensino médio, competências e habilidades que lhe proporcionem o domínio das linguagens atuais e os princípios que regem a ciência e tecnologia da produção moderna.

1.2. DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

Segundo Pozo (2008), estamos na sociedade da informação, possibilitada pelo avanço tecnológico e difusão da informação. Enxurradas de informações são disponibilizadas na forma de conteúdos que procuram quem queiram aprendê-las através dos meios de comunicação. Apesar do grande número de informações para se ensinar, professores e alunos compartilham de ideias análogas, pois professores não conseguem ensinar e alunos não conseguem aprender.

A aprendizagem repetitiva e *memorística* é ineficaz e insuficiente, mostrando a necessidade de se procurar novos processos e estratégias que gerem aprendizagem verdadeira,

de modo a compreender no que consiste uma boa aprendizagem e entender as dificuldades enfrentadas pelos alunos para ajudá-los a superá-las (POZO e CRESPO, 2009).

Todavia, no ensino de ciências, observa-se que os alunos pouco aprendem o que lhes é ensinado; ainda, desenvolvem apatia pelo aprendizado de ciências. A esse respeito, Pozo e Crespo (2009) mencionam que isso ocorre muitas vezes pelo fato de a aprendizagem ser tratada como um alimento pré-cozido, empurrado goela abaixo do aluno. Para esses autores, aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e demonstram menos interesse pelo que é ensinado, evidenciando uma crise na educação científica.

Ressalta-se que, apesar dos vários anos de instrução científica, os alunos continuam apresentando concepções persistentes, alternativas ao conhecimento científico, apresentando várias dificuldades, a saber: conceituais; falta de estratégias para resolver problemas; comportamentos ou atitudes inadequadas com os próprios fins da educação. (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006; POZO e CRESPO, 2009; MENDES, 2011)

Diante desse quadro, os alunos concebem a ciência como matéria pacificada, acabada, apromblemática e distante, além de que as demandas formativas dos alunos mudaram, mas as formas como os currículos são colocados não. Os processos de aprendizagem não podem ser meras repetições e memorizações, mas fazer com que os alunos aprendam a modificar suas ideias e a reconstruir produtos e processos culturais para apreendê-los (POZO e CRESPO, 2009). Dessa forma, é imprescindível que as ciências sejam ensinadas de modo que promovam uma boa aprendizagem para os alunos, e é nesse contexto de aprendizagem das ciências que a Química torna-se importante, pois permeia da origem da vida ao cotidiano.

Trevisan e Martins (2006) mostram que o estudo da Química funciona como instrumento para desenvolvimento do indivíduo, possibilitando a construção de uma visão analítica e crítica do mundo que o cerca, dando a oportunidade de interferir positivamente para melhorar sua qualidade de vida.

Entende-se que a apreensão do conhecimento químico constitui-se como importante ferramenta de capacitação para a cidadania, tornando os indivíduos cidadãos conscientes e críticos capazes de opinar e modificar os fatos e acontecimentos importantes do dia a dia. Nesse sentido, os conceitos químicos têm grande relevância, principalmente no que diz respeito às transformações químicas, pois grande é sua aplicabilidade no cotidiano, bem como em contexto científico e tecnológico (PIO, 2006). Vale ressaltar que o conhecimento químico estrutura-se em três eixos fundamentais no estudo das substâncias e materiais: propriedades,

constituição e transformação. Sendo assim, o currículo para a disciplina Química necessita ser estruturado de maneira que contemple as inter-relações desses três eixos fundamentais, os quais possibilitam, de acordo com o PCNEM (BRASIL, 1999), ao aprendiz interpretar e explicar fenômenos naturais.

O aprendizado de química pelos alunos do Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 1999, p. 240).

Desde Lavoisier (1743-1794), a Química tem sido vista como Ciência que estuda as substâncias e suas propriedades. O estudo dessa ciência está associado à concepção de transformação dos materiais. Entre os químicos, há um razoável consenso de que o cerne da Química é perceber, saber falar sobre e interpretar os fenômenos relacionados às reações químicas. Nessa direção, a Química depende de uma articulação constante entre seus níveis do conhecimento.

No entanto, o pensamento construído pela maioria dos alunos é que as reações químicas só podem ocorrer no laboratório ou em ambiente preparado para tal, não fazendo articulações dos conteúdos aprendidos em sala com as milhares transformações químicas ocorridas ao seu redor, por exemplo o leite azedado, e no seu próprio organismo - a digestão de alimentos (SANTOS e SILVA, 2014).

Os aspectos quantitativos e qualitativos das transformações químicas acompanharão os estudantes em praticamente todos os conteúdos da Química, ao fazerem o uso de conceitos, símbolos, equações e cálculos provenientes da estequiometria e da matemática. Mas, apesar da importância desses conceitos químicos abordados, diversas pesquisas científicas na área de Ensino de Química relatam que os estudantes demonstram dificuldade para aprendizagem deste item abordado na Química (SANTOS e SILVA, 2014)

No currículo dos estudantes do Ensino Médio, o conteúdo sobre transformações químicas está presente em todos os níveis de ensino. Compreendendo as informações quantitativas e qualitativas relacionadas às fórmulas e equações químicas, baseada nas leis ponderais, principalmente, na lei da conservação das massas e na lei das proporções fixas. Vários motivos podem ser apontados para contribuir com as dificuldades de aprendizagem, dentre os quais: baixo rendimento em conceitos básicos de cálculos matemáticos, métodos de

ensino adotados pelo professor; falta de contextualização e concepções alternativas diferentes dos conceitos científicos (SANTOS e SILVA, 20014; POZO e CRESPO, 2009).

Rosa e Schenetzler (1998), Mortimer e Miranda (1995), Pozo e Crespo (2009) mostram através de seus estudos que os alunos possuem ideias diferentes dos conceitos científicos, quando se trata das reações químicas e suas transformações. Dentre essas ideias diferentes dos estudantes, Rosa e Schenetzler (1998) apontam as concepções alternativas em relação às transformações químicas: a concepção de continuidade da matéria. Essas dificuldades estão focadas no fato de os alunos transferirem aspectos observáveis do nível macroscópico para o nível submicroscópico, implicando em obstáculos para a construção de conceitos que impedirão a construção de modelos explicativos coerentes com os modelos científicos.

Para Pozo e Crespo (2009), os alunos possuem ideias sobre fenômenos naturais baseadas em fatos ou dados pautados no realismo ingênuo, se materializando em uma série de crenças sobre o cotidiano, assim se as partículas fazem parte da matéria, possuem as mesmas características do objeto originado, por isso a matéria seria contínua tal como a vemos.

Ainda sobre o tema, Mortimer e Miranda (1995) mencionam que os alunos não conseguem explicar as reações químicas e suas transformações em nível microscópico ou atômico-molecular, visto que desconsideram o princípio da conservação de massa e tendem a dar explicações pautadas no que é observável, sendo pouco capazes de perceberem que as transformações químicas são consequências de rearranjo dos átomos.

Para compreender o sentido pleno de uma reação química, o estudante deve ser capaz de passar da situação observada (os fenômenos tangíveis, no nível macroscópico: o que pode ser visto, tocado ou sentido), para o domínio do modelo, em que o comportamento das substâncias é descrito em termos de representações que envolvem o nível submicroscópico (átomos, moléculas, íons e suas estruturas). Finalmente, depois de passar por essas duas etapas, o estudante deverá ser capaz de traduzir por meio de equações (registro de representações simbólicas: os elementos, fórmulas, equações, quantidade de matéria, e assim por diante) (JOHNSTONE *apud* MENDES, 2011).

Discorrendo sobre alguns dos motivos que levam a uma maior dificuldade em aprender química, não se deve esquecer que um dos principais agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem é o professor, cabendo a ele ter consciência da importância de ensinar as transformações químicas de modo que privilegie os três níveis de conhecimento

em Química. Cria-se, assim, uma matriz conceitual adequada para aprendizagem desses conceitos, já que os alunos estão muito condicionados aos fatos observáveis aos olhos, ao macroscópico, explicando o atômico-molecular através do que é apresentado por meios de exemplos concretos que fogem à abstração necessária.

Mendes (2011) diz que é necessário superar as propostas tradicionais do ensino de Química que centram sua abordagem em torno de conteúdos descontextualizados, pois, devido a esta falta de contextualização, ocorre uma aprendizagem *memorística*, levando os estudantes a não adquirirem o verdadeiro apreço pelo estudo do conhecimento químico. Dessa forma, para minimizar essa falta de interesse, as propostas atuais de ensino devem considerar uma perspectiva de inter-relação entre fatos químicos e sua inserção no mundo, ou seja, deve existir uma articulação entre o conceitual e o contextual, bem como entre os níveis do conhecimento químico.

No processo de ensino-aprendizagem, existem várias barreiras encontradas para se chegar a uma aprendizagem eficaz em relação aos conceitos científicos, essas barreiras estão diretamente ligadas aos conhecimentos prévios dos aprendizes. Segundo Mortimer (1995), cada aluno possui formas diferentes de interpretar um mesmo conceito, o que ele denomina perfil conceitual. Essas diversas formas de interpretação coexistem em um mesmo indivíduo de modo que esses alunos utilizarão o conceito mais “apropriado” de acordo com o contexto em que eles se encontrarem.

Analisando que a apreensão do conhecimento químico tem demandado grandes dificuldades para os alunos – o que ocasiona a falta de vontade de estudar Química –, isso tem gerado constantes pesquisas sobre a temática e ações que contribuam positivamente para o efetivo ensino de Química. É necessário perceber, de acordo com Bachelard, que a Química que estudamos não é mais aquela ciência de memória, envolve conceitos matemáticos e físicos, essa Química vai além do senso comum, rompe com as primeiras impressões envolvendo maior complexidade e especialidade exigindo constante mutação, construção e reconstrução do conhecimento. Assim, ressalta-se a importância de compreender como ocorre o processo de ensino-aprendizagem, mesmo levando em consideração um alto grau de complexidade, bem como a construção de conceitos científicos.

1.3. APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

As dificuldades de aprendizagem em Química e em outras ciências fomentam um grande número de pesquisas a fim de se obter subsídios que contribuam com novas reflexões e metodologias para o trabalho do educador e principalmente melhores condições de aprendizagem para o discente. Tanto comentamos sobre a palavra *aprendizagem*, no entanto, qual o seu significado? O que é a aprendizagem? Será que está diretamente ligada a construção de conceitos e por consequência a formação do espírito científico?

A aprendizagem sempre gerou curiosidade no ser humano, pois, diferentemente dos animais, somos dotados de raciocínio e necessitamos compreender como se aprende, as potencialidades da maravilhosa máquina que se chama cérebro e como ele consegue decodificar e armazenar tantas informações. Sobre isso, Campos (2005, p. 13) comenta:

A importância da aprendizagem na vida do indivíduo varia, enormemente, de uma espécie para outra. Entre os animais inferiores, as atividades aprendidas constituem, apenas, uma proporção relativamente pequena das reações totais do organismo. A aprendizagem é lenta e de pequena extensão e sem importância na vida animal. [...] seus equipamentos de respostas inatas são suficientes para satisfazer suas necessidades (CAMPOS, p. 13).

O que nos move para o progresso é a curiosidade acerca do mundo e seus componentes, as perguntas pautadas nos momentos de reflexão e de curiosidade é que fazem acontecer o progresso, o surgimento de conceitos, a organização e a sistematização sobre o conhecimento, ainda mais na atualidade que as informações e conhecimento estão circulando para qualquer um que queira aprender. Segundo Arruda *et al.* (2009, p. 15), a teoria de aprendizagem consiste em “um conjunto de elementos integrados, sistematizados que sustentam a teoria e a prática no processo de aprender como se aprende”. Esses estudos têm origem no século XVIII e depende dos fatores históricos, sociais, econômicos e culturais, pois influenciarão diretamente na construção dos valores e saberes do proponente de uma teoria de aprendizagem, ou seja, representa o ponto de vista de autores e pesquisadores (ARRUDA *et al.*, 2009; FADUL, 2009 e MONTEIRO *et al.*, 2009).

Elias (*apud* FADUL *et al.*, 1997, p. 113) define a aprendizagem como “a modificação do comportamento ou aquisição de novas respostas ou reações”, ou seja, tem que envolver algum tipo de mudança e tem que ser duradoura. Tais mudanças podem ser por *insights*, mudanças de comportamento, percepção, motivação ou, ainda, a junção desses tipos de mudanças. Um ponto importante é que os fatores biopolíticos ambientais influenciam na questão da aprendizagem, pois, dependendo do indivíduo, ele pode ter necessidades,

interesses pessoais que promovam a busca pelo conhecimento, levando-nos a compreender que a aprendizagem possui características diferenciadas, dependentes de fatores físicos e sociais (FADUL *et al.*, 2009).

Freire e Duarte (2010, p. 888) apresentam concepções de aprendizagem que se opõem às defendidas por Bacherlard, servindo, portanto, de contraponto à sua proposta de ensino. Assim, os autores propõem as seguintes categorias de análise:

“Concepção quantitativa, referente à capacidade que o aluno tem em adquirir e acumular, mecanicamente, conhecimentos para usar nas avaliações, isso inclui: a) aquisição de informação, b) memorização e reprodução e c) memorização e aplicação”.

“Concepção qualitativa, referente à capacidade de construir significados relacionado o conhecimento formal a experiência, atingindo crescimento pessoal. Essa concepção engloba: a) compreensão, b) compreensão interpretativa e c) auto atualização”.

Já Mauri (2010, p. 80), relaciona as concepções da aprendizagem e do ensino escolares mais habituais entre os professores, quais sejam: “a) a aprendizagem consiste em os alunos responder com propriedades as perguntas feitas pelos professores; b) consiste em adquirir conhecimentos sobre uma determinada cultura e c) a aprendizagem escolar consiste em construir conhecimentos, mediante atividades pessoais”.

Diante dessas concepções do que é o processo de aprendizagem, e com foco no estudo dos obstáculos epistemológicos e da aprendizagem de Química, comenta-se sobre duas teorias de aprendizagem oriundas da psicologia cujos autores são Jean Piaget e sua epistemologia genética e Lev Vygotsky, com sua teoria do ensino como processo social.

Para Jean Piaget, o indivíduo exerce papel primordial na construção do seu conhecimento, pois ele é agente ativo nesse processo de construção que correrá impulsionado por sua indispensabilidade no tocante à sua adaptação ao meio em que se encontra e à própria necessidade de uma representação organizada de mundo. Piaget, assim, desenvolveu sua teoria por focar nos erros e considerá-los como uma lógica própria do indivíduo que ainda está na fase infantil, “centrando seus estudos sobre a gênese do pensamento e desenvolvimento desde o nascimento e não na fase adulta” (ARRUDA *et al.*, p. 120, 2009).

O processo de aprendizagem, conforme a teoria psicogenética de Piaget, ocorre através de algumas etapas ou processos: desequilíbrio, assimilação, acomodação e adaptação de estruturas, que são resultados de uma reorganização de esquemas que formarão novas estruturas. Essas modificações, através de interações, vão ocorrendo até chegar à formação de

um objeto permanente, o que ocasiona o desenvolvimento da inteligência (ARRUDA *et al.*, 2009).

Piaget explica o processo de construção do conhecimento no desenvolvimento infantil e seus consequentes conceitos científicos através de processos específicos nomeados por ele (ARRUDA *et al.*, 2009; FERREIRO 2001):

- Princípio da ação da criança – a conservação do objeto se dá pela ação da criança sobre a matéria, desse modo, quanto maior a ação da criança pelo objeto maior será sua assimilação, ou construção do conhecimento.

- Assimilação – ocorre a incorporação de objetos exteriores, “um objeto externo é assimilado quando é incorporado e assimilado por este mesmo ato” assim esses objetos farão parte dos esquemas de ação do sujeito (ARRUDA *et al.*, p. 112, 2009).

- Acomodação – nesse processo ocorre um tipo de mudança ou incorporação de “objeto externo que irá produzir uma representação de mundo organizado e coerente” (ARRUDA *et al.*, p. 112, 2009).

- Equilibração – como o próprio nome remete é o equilíbrio entre a assimilação e acomodação.

No Quadro 1, estão indicadas as fases de desenvolvimento de Piaget citadas anteriormente.

Quadro 1- Fases de desenvolvimento para Piaget

Estágio de desenvolvimento	Faixa etária
Sensório-motor	0 – 2 anos
Pré-operatório	2 – 7 anos
Operações concretas	7 – 11 anos
Operações formais	11 anos em diante

Fonte: Cap. 07 - Estágios de desenvolvimento segundo Piaget, extraído do livro *Perspectivas Teóricas de Aprendizagem no Ensino de Ciências* (ARRUDA, 2009, p. 113).

Recorrendo à psicologia com a sua teoria psicogenética, Piaget mostra que uma criança passa por várias mudanças qualitativas desde a fase da inteligência prática até o pensamento formal, ou seja, o conhecimento é construído desde a infância, através de interações com o mundo, ocorrendo a inter-relação do sujeito com o objeto externo,

semelhante ao pensamento que os atos biológicos do organismo humano são atos de adaptação ao meio físico e organizações do meio ambiente, sempre procurando o equilíbrio (ARRUDA *et al.*, 2009, FADUL, 2009).

É importante comentar também que a teoria histórico-social de Lev Vygotsky que compõe a base de muitos estudos seja no ensino de ciências, seja em qualquer outro ramo que envolva a aprendizagem.

Segundo a teoria histórico-social, a aprendizagem é um processo social, pois é preciso considerar as influências sociais vividas e observadas pelo indivíduo, porque, através dessa vivência, ele vai adquirir habilidades e conhecimentos. É importante ressaltar o papel importante que os grupos sociais desempenham no processo de aprendizagem, já que, para Vygotsky, as funções psicológicas humanas são construídas através da educação formal, na interação com companheiros e adultos que tenham uma bagagem experiencial maior, juntamente com a experiência que a criança tem antes de entrar para escola (VYGOTSKY, 1998).

A cultura em que a criança está envolvida vai influenciar desde seu nascimento, pois estará diretamente ligada às suas funções psíquicas por meio das relações interpessoais com os indivíduos que compõe seu meio, criando conhecimento através de suas experiências histórico-sociais; daí o papel importante desempenhado pela escola no que diz respeito à construção do conhecimento científico e educação formal. É por meio da escola que a criança vai desenvolver funções sistemáticas e intencionais como: a capacidade de solucionar problemas, o uso da memória, formação de conceitos e o desenvolvimento da linguagem, que será subsidiada através de instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente (ARRUDA *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2009; VYGOTSKY, 1998).

Na teoria histórico-social, Vygotsky utiliza dois tipos de conceitos para explicar a formação de conceitos científicos, são eles: os *cotidianos*, isto é, aqueles construídos na vivência da criança, a partir do traquejo social, da manipulação e observação, levando-a a enriquecer seu vocabulário e aumentar seus signos, adquirindo, desse modo, experiência. Já os *científicos* são conceitos adquiridos na escola, *internet*, programas culturais televisionados etc. Para a sua formação, são necessárias operações intelectuais dirigidas por meio de signos, através de informações recebidas de experiências vividas e uma intensa atividade mental por parte da criança (VYGOTSKY, 1998). Assim, a criança vai desenvolver seus conceitos

através das interações com o meio social em que vive e isso faz com que a criança se aproprie de toda herança deixada pelo seu grupo cultural (ARRUDA *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2009).

Para Vygotsky (1998), não há uma fórmula pronta a se seguir para que ocorra o desenvolvimento previsto no interior do ser humano, mas ocorre como processo de fora para dentro, onde está presente o contato com as relações sociais e a cultura. Ainda sobre o desenvolvimento, Vygotsky fala sobre dois tipos: *nível de desenvolvimento real*, em que a criança já tem processos mentais estabelecidos, e o *nível de desenvolvimento potencial*, referindo-se àquilo que a criança tem condições de fazer, mas precisa da ajuda de alguém mais experiente. Entre esses dois níveis, existe a *zona de desenvolvimento proximal*, que se refere às funções que estão em fase de maturação na criança (ARRUDA *et al.*, 2009 OLIVEIRA, 2009). Logo, a teoria proposta por Vygotsky mostra que o sujeito realiza atividades organizadoras de acordo com sua interação com o mundo, capaz de renovar e modificar culturalmente seu meio, produzindo novo saberes, novas referências (ARRUDA *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2009).

Uma importante pesquisa a ser mencionando é a formação de conceito levando em consideração os perfis conceituais proposto por Mortimer, pautado na filosofia das ciências à luz dos perfis epistemológicos de Bachelard e com bases conceituais da psicologia. Esses estudos compreendem que os conceitos se constituem a partir de um sistema de relações existentes entre o conhecimento do mundo, das interações histórico-sociais e de mudanças realizadas pelo homem em constante construção e reconstrução da aprendizagem que difere do processo de memorização e metodologias tradicionalistas (BACHELARD, 1977; MORTIMER, 2002; 2011; VYGOTSKY 1998).

O modelo de perfil conceitual de Mortimer (2011, p. 78) admite a possibilidade de pensar e construir conceitos científicos de diferentes formas em diferentes domínios, ocorrendo independentemente das ideias prévias e não necessariamente como acomodação de estruturas conceituais já existentes, ou seja, um “sistema supra individual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. Apesar de cada indivíduo possuir um perfil diferente, as categorias pelas quais são traçados são as mesmas para cada conceito”.

A noção de perfil conceitual é dependente do contexto em que é abordada já que são fortemente ligadas às experiências distintas de cada indivíduo e é dependente de cada conteúdo ministrado, pois, para cada conceito em particular, tem-se um perfil diferente. No

Capítulo 2 será abordado, segundo a filosofia das ciências, a epistemologia de Gaston Bachelard e a base filosófica que deu origem ao perfil conceitual descrito por Mortimer.

Para cada conceito construído, existirá um perfil conceitual baseado em zonas que expressem os compromissos epistemológicos e ontológicos. Assim, podemos construir um modelo científico baseado nos perfis conceituais de cada aluno colocando essas ideias em contextos adequados de aplicação (MORTIMER, 2011).

Diante das teorias apresentadas, pautadas na visão psicológica ou na filosófica, é importante mencionar que aprendizagem é um conceito complexo e depende do paradigma educacional adotado. Nesse sentido, definir aprendizagem é uma tarefa um tanto complexa. Como afirma Pozo (2008, p. 60):

Trata-se, antes, de uma categoria natural, cujas fronteiras com outros conceitos afins (por exemplo, de desenvolvimento, ensino, memória, etc.) estão um tanto esfumadas, quando não se movem claramente, e em que não é possível encontrar características que, de modo necessário e suficiente, definam toda situação de aprendizagem (POZO, 2008, p. 60).

Assim, faz-se necessário considerar o processo de comportamento obtido por meio de experiências adquiridas. A forma de aprendizagem como produto de uma atividade deliberada e consciente, no caso o ensino, proporciona dificuldade de aprendizagem e gera preocupação tanto de alunos como professores, é a que interessa nessa pesquisa.

Para além das concepções de aprendizagem, é importante destacar o que se entende por uma boa aprendizagem. Pozo e Crespo (2009) afirma que uma boa aprendizagem, tanto para cultura popular quanto para a científica, faz-se importante observar as seguintes características:

- Mudança duradoura;
- Ser transferível para novas situações;
- Consequência direta da prática realizada;

Assim, para se ter uma boa aprendizagem, é preciso considerar que aprender implica em modificar conhecimentos e comportamentos anteriores, ocorrendo uma reestruturação dos conhecimentos e comportamentos de que se está aprendendo, ou seja, desaprender o que se sabia ou fazia. Também implica em saber transferir o aprendizado para novos contextos, adaptando a aprendizagem a novas situações, construindo e reconstruindo o conhecimento, além de organizar práticas adequadas aos objetivos do que se quer ensinar.

CAPÍTULO 2 – PERSPECTIVA BACHELARDIANA: EPISTEMOLOGIA DA RUPTURA E OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

2.1. PERSPECTIVA BACHELARDIANA: A DESCONTINUIDADE DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Gaston Bachelard foi um filósofo, historiador das ciências, físico, químico e epistemólogo. Tem uma obra com duas vertentes: a científica, que é a de nosso interesse, e a poética; embora não devam ser confundidas, ambas possuem algo em comum a inspiração no tempo, Bachelard tratava o tempo como se ele só tivesse uma realidade o *instante*. Assim, a obra científica desse epistemólogo trata o conhecimento como obra temporal, reformas da ilusão, ou seja, um constante processo de retificação, descontinuidade (JAPIASSÚ, 1976). Algo importante na vida desse filósofo e que influenciou suas obras foi sua experiência como professor de Química e Física, demonstrando preocupação constante no tocante a questões referentes ao ensino de Ciências e a Educação, mesmo não tendo deixado nenhuma obra específica (LÔBO, 2008).

A epistemologia de Bachelard é proposta em um contexto histórico de mudanças e revoluções do pensamento científico, no período que compreende o final do século XIX e o início do século XX. É nesse tempo que, por exemplo, Einstein apresenta a teoria da relatividade, e a formulação de novas teorias possibilitou uma nova visão de racionalidade, uma que compreendia não existir um único caminho e que confronta o racionalismo vazio e o empirismo desconexo. Bachelard apoia a ideia de uma síntese entre teoria e experiência propondo uma racionalidade dialética; esta compreende a ocorrência do *racionalismo aplicado* e o *materialismo técnico* num movimento dialético, a fim de que o conhecimento se forme, contrariando a positividade dos trabalhos científicos. A construção do objeto científico, portanto, cria uma dialética em que a teoria verifica a técnica que verifica a teoria; assim, isoladas, nenhuma é suficiente. Tal perspectiva é válida para as abordagens experimentais e teóricas que se solidarizam entre si e se articulam dialeticamente (BACHELARD, 1977; LÔBO, 2008; PARENTE, 1985).

Em *A Formação do Espírito Científico*, Bachelard (2005, p. 17) nos diz : “[...] o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo o conhecimento mal estabelecido

[...]”, mostrando que o conhecimento não é algo fixo e imutável, mas que está em constante reconstrução (LIMA e MARINELLI, 2011). Isso mostra que a inquietude de Bachelard sobre a necessidade de uma reflexão filosófica acerca da prática científica trouxe e traz grandes benefícios, visto que suas ideias são bem originais, principalmente na área de ensino, pois é importante saber como ocorre a construção de conceitos científicos pelos alunos.

Quando pensamos no ensino-aprendizagem de Química, percebe-se que é comum o conhecimento científico ser apresentado ao aluno como conteúdo rígido, através de leis, teorias e modelos, os quais são concebidos como produto da realidade, fazendo com que o aprendiz tenha uma visão superficial do conhecimento em Química, se prendendo ao real - concreto, ao racionalismo do senso comum, as primeiras impressões, ao realismo ingênuo, sem nem mesmo conhecer a historicidade de alguns fatos que desencadearam o surgimento de novos conceitos, ou seja, apresentado apenas o resultado dessa ciência (LÔBO, 2008; PARENTE, 1985).

Dessa forma, os alunos apresentam uma série de desdobramentos indesejáveis na construção do conhecimento científico, sempre apegado ao *materialismo ingênuo*, sem levar em consideração que os construtos teóricos são oriundos da abstração e que a Química contemporânea é uma ciência descrita por um racionalismo aplicado e um materialismo instruído, através de uma relação dialética. Logo que o aluno for tentar construir o conhecimento científico surgirá uma série de barreiras ao seu aprendizado, como os que Bachelard chamou de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 2005; LÔBO, 2008; LOPES, 2007).

É a partir dessa linha de pensamento que Gaston Bachelard dá suas principais contribuições para a filosofia das ciências: a epistemologia histórica, “[...] com as luzes atuais que podemos julgar com plenitude os erros do passado espiritual. ” (2005, p. 22), ou seja, para percorrermos a trajetória da ciência temos que interpretar o conhecimento passado a partir da atualidade, mostrando como um conceito deu origem a outro, desse modo entendendo o passado de maneira progressiva e descontínuista. Em relação a isso, mesmo tendo passado alguns anos em relação aos dias de hoje, Japiassú (1976, p. 140-141) comenta:

Se um historiador de uma ciência deve ser um juiz dos valores de verdade no que diz respeito a esta ciência, onde ele deverá aprender o seu ofício? A resposta não é duvidosa: o historiador das ciências, para julgar bem o passado deve conhecer o presente; deve conhecer da melhor maneira possível a ciência da qual se propõe escrever a historia. [...] na medida

mesmo que o historiador estiver instruído na modernidade das ciências, depreendera matizes cada vez mais numerosos e refinados na história da ciência (JAPIASSÚ 1976, p. 140-141).

A epistemologia histórica mostra a importância de compreender a dialética histórica própria do pensamento científico, tornando-se necessário formular uma história recorrente para analisarmos os erros do passado. A história tem função relevante, pois seus fatos auxiliam a clarificar o presente: partindo do presente e analisando os fatos históricos do passado, pode-se descobrir a formação progressiva da verdade, dando-nos a oportunidade de escrever novos fatos pautados no certo e eliminando toda possibilidade de reincidência no *erro* (BACHELARD, 2005; PARENTE, 1985). Essa recorrência histórica pautada na filosofia das ciências é essencial para que o aluno insira os conceitos científicos no contexto histórico em que foram produzidos, mostrando assim os problemas científicos, os obstáculos epistemológicos que surgiram no decorrer de sua produção, bem como os resultados científicos, contemplando as complexidades das ciências (LÔBO, 2008; LOPES, 2007).

A filosofia de Bachelard é marcada pela valorização do erro e sua retificação, ao invés de uma verdade absoluta e acabada, mostrando sempre o caráter não continuísta. Quando Gaston Bachelard fala do erro, é importante deixar claro que não é um erro causado por uma pequena discrepância no valor medido de um observável físico devido a imperfeições dos instrumentos de medida e/ou incorreções do observador como estamos acostumados a estudar em Química ou física, nem tampouco um erro pessoal, ou por distração, é “o erro que ocorre do mergulho de uma prática pertinaz, mas que nos limites da consciência possível *ainda não foi revelado ao pesquisador como se livrar dele*” (PARENTE, 1985, p. 144, grifo meu).

A epistemologia de Bachelard é marcada pela renovação na concepção do conhecimento, uma epistemologia descontinuísta. A concepção de que o conhecimento científico é uma espécie de refinamento do conhecimento comum permanece até os dias de hoje, como se a ciência fosse uma atividade fácil, simples e extremamente acessível (LOPES, 2007). O conhecimento comum é o conhecimento aparente, fonte de enganos, erros, o conhecimento que se apresenta aos sentidos, já o conhecimento científico se constrói a partir da superação dos erros, envolve “[...] substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer razões para evoluir”, adquirindo assim a cultura científica (BACHELARD, 2005, p. 24). Então, como ocorre a passagem das primeiras impressões, melhor, a racionalidade do senso comum,

materialismo imediato para a construção do materialismo instruído, conhecimento científico adiantado? A essa pergunta buscaremos responder no próximo tópico.

2.2. DO REALISMO INGÊNUO AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Quando falamos em conhecimento do senso comum e conhecimento científico, alguns indivíduos são taxativos em falar que o primeiro é um tipo de conhecimento inferior ao segundo, ou mesmo que o conhecimento científico é um refinamento do senso comum, mas será que é mesmo? Como definir conhecimento do senso comum e conhecimento científico? (FRANCELIN, 2004; WERNECK, 2006).

Pode-se dizer que o conhecimento do senso comum é aquele acumulado ao longo dos anos de forma empírica, baseado apenas em nossas experiências cotidianas, sem ser questionado e sem nenhum rigor, utilizado para responder questões do cotidiano sem reflexão ou fundamentação científica. Para Werneck (2006, p. 178), é “um tipo de conhecimento altamente influenciado pelo imaginário social, marcada pelo preconceito e pelas interpretações ideológicas”. É o tipo de conhecimento baseado apenas na captação de aparências, no realismo ingênuo ou fincada no real aparente (BACHELARD, 2005; PARENTE, 1985). Já o conhecimento científico é mais difícil de definir, considerando sua complexidade, mas podemos afirmar que ele não é imutável ao contrário é questionável e provisório, passa por um processo de sistematização e ordenação, em que é analisado e cientificamente comprovado, “esse tipo de conhecimento passa por controle vigilante sobre seus procedimentos utilizando critérios precisos de validação. A *démarche* científica é, ao mesmo tempo, reflexiva e prospectiva” (JAPIASSU *apud* WERNECK, 2006, p. 178).

Segundo Bachelard (2005, p. 76), “o conceito científico correspondente a um fenômeno particular é o agrupamento das aproximações sucessivas bem ordenadas”. O conhecimento científico lida com “resultados”, não mais com “dados”, “além do que o conhecimento científico atinge a essência, que é diferente da própria natureza do fenômeno a que se reporta” (PARENTE, 1985, p. 137). Em oposto ao que normalmente ouve-se falar, o materialismo instruído ou conhecimento matemático e, ainda, o conhecimento científico, não é, segundo nosso aporte teórico, o refinamento do materialismo ingênuo ou conhecimento aparente, antes se observa a separação do conhecimento voltado para as ilusões do conhecimento matemático. O que acontece é um tipo ruptura entre o materialismo ingênuo e o

materialismo instruído, a que chamamos de ruptura epistemológica, funcionando como instrumento de dualidade, como já comentamos de dialetização, abrigando diferentes campos do saber (BACHELARD, 2005; ANDRADE e SMOLKA, 2009).

É importante, como já foi enfatizado, refletir sobre o momento histórico do passado e não cometer os erros detectados desta reflexão, mostrando a importância do momento histórico e seus fatos. Dessa maneira, Gaston Bachelard destacou três momentos significativos da história da construção da ciência: o primeiro é chamado de Pré-Científico, correspondente à Antiguidade Clássica, Renascimento, séculos XVI a XVIII; o segundo é o Estado Científico propriamente dito, que seria o fim do século XVIII e início do XIX; e o terceiro corresponderia ao período do Novo Espírito Científico, depois do início do século XIX até os dias de hoje (BACHELARD, 2005, p. 9). As classificações colocadas por esse epistemólogo nos lembram que ele é um filósofo contemporâneo marcado por fatos históricos importantes, como a teoria da relatividade, deixando marcas definidas em seu trabalho. Seus escritos são embasados na “dialetização” como modo de construção e de funcionamento da Ciência Contemporânea, também chamado de filosofia de cisão.

Para Andrade e Smolka (2009, p. 264, grifo meu), a “dialética bachelardiana é herdeira da Ciência Moderna e traz as marcas do dualismo na sua definição que reconhece a diferença, mas não o necessariamente contrário - *não abandona, mas integra o novo em uma estrutura cada vez mais global, complementar, mas nem por isso transformada*”. Bachelard discorda do pensamento dialético hegeliano quando este propõe que o conhecimento é derivado de conhecimentos anteriores; ele defende o contrário, que o conhecimento é descontínuista, mas isso não significa substituir o conhecimento anterior, abandonando-o, estes podem ser conhecimentos diferentes, incompatíveis e inconciliáveis, o que mostra a possibilidade de gerar uma relação de complementaridade, pois são apenas distintos (BACHELARD, 2005; ANDRADE e SMOLKA, 2009).

À luz da filosofia bachelardiana, não se deve tratar o conhecimento científico como se fosse construído facilmente, mero refinamento do senso comum, ou seja, trivialização da construção do conhecimento matemático, é preciso atentar para direcionar para vias corretas a construção do conhecimento científico, pois fomentará melhorias e avanços na construção da ciência. Bachelard não concordava que todas as formas de conhecimento deveriam ser valorizadas irrestritamente, pois dependendo do objetivo desejado, como o progresso do conhecimento, deveria ser encarado de forma rigorosa e independente do materialismo

ingênuo, em relação a isso não se pretende dizer que o conhecimento científico é de maior valor, mas é diferente dos outros tipos de conhecimento e deve-se encarar sua produção com alto grau de rigor e ordenação. Assim, deixa-se claro o posicionamento de que a construção do conhecimento requer rupturas com o conhecimento do senso comum, que é incrustado de obstáculos epistemológicos, barreiras à espiritualização científica, pois é formada por opiniões e respostas oriundas de uma não problematização, resultado de necessidades cotidianas (BACHELARD, 2005).

As construções científicas (também chamadas *conceitualizações científicas*) originam-se do que Bachelard chamou *ciudades científicas*, que podem ser definidas como comunidades de validação de um conhecimento circunscrito (BACHELARD, 2005; ANDRADE; SMOLKA, 2009).

Sobre o importante conceito de ruptura epistemológica, ou ainda, o processo de desconstrução do conhecimento do senso comum para o científico, Andrade e Smolka (2009, p. 261) mostram o papel central que esse conceito ocupa na teoria de Bachelard, impacto na construção do conhecimento e sua importância para o ensino das ciências e matemática:

Bachelard ancora-se na ideia de ruptura como base de sustentação em sua teoria e vê, nas sensações do corpo, nos afetos e no inconsciente, as fontes dos obstáculos a serem superados para a produção do conhecimento científico. O conceito de ruptura epistemológica torna-se então um tema central dentro de sua teoria e, para nós, funciona como um disparador das problematizações, até pela hegemonia que este construto assume no pensamento científico contemporâneo, impactando e permeando a concepção de ciência e a produção científica e repercutindo fortemente no campo educacional, particularmente no ensino da física, da química e da matemática (ANDRADE e SMOLKA, 2009, p. 261).

Dada à importância da formação do espírito científico, serão abordados alguns pontos que demonstram como ocorre a ruptura epistemológica, ou provas da evolução do pensamento científico, considerando a ciência Química. Para entender esse processo de ruptura, consideram-se os fatos históricos que permearam a Química e contribuíram para a construção do conhecimento químico, enfatizando as bases dos fenômenos materialista, que Bachelard chamou, em *O Materialismo racional* (1953), de *materialismo imediato* e *materialismo instruído* (BACHELARD *apud* VELANES, 2017).

O materialismo imediato ou ingênuo é aquele ligado à vida comum ou ao senso comum, baseado no realismo ingênuo, na experiência primeira, nas primeiras impressões

atrelado às características sensíveis da matéria com pouca ou nenhuma atividade técnico-experimental (VELANES, 2017).

Velanes (2017) cita dois exemplos da história da ciência: o primeiro, a ideia dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) que constituíam toda matéria existente na pré-química, e o segundo, que a alquimia deu origem à ciência Química como é muito divulgado nos livros didáticos da atualidade. Essas ideias estão pautadas em conhecimentos elementares, valorizados, sensíveis, ou seja, sem exigência racional descompromissada com uma objetividade, baseado apenas na natureza dos desejos íntimos dos seus idealizadores.

Conforme Bachelard (2005), a alquimia era pautada em bases afetivas e subjetivas, criada por seus idealizadores baseada apenas em sua experiência psicológica e desejos mais íntimos, sem objetividade e descontinuidade, funcionando como fonte de obstáculos ao processo do conhecimento científico. Bachelard é enfático em dizer que a alquimia não é a preparação para a ciência Química científica, pois não possuía base positiva e ativa, ao contrário era baseada apenas em pensamentos da vida íntima de quem praticava a alquimia (BACHELARD, 2005; LOPES, 2007; VELANES, 2017).

O contexto histórico nos mostrou que a doutrina dos quatro elementos eram formas de aplicações ingênuas sobre a matéria, modelos de aplicações baseadas apenas no pensamento raso humano – pode-se dizer, delirante –, mas não significa que não era importante, pois constituiu a base de erros que se configuraram como conhecimento e podem ter se tornado obstáculos ao saber, tornando-se mais claro que essa doutrina não deve ser considerada como racionalismo científico (VELANES, 2017).

Bachelard (1972) defende que a doutrina dos quatro elementos foi eliminada sob a luz das retificações progressivas, das desconstruções de conhecimentos anteriores. Um fator importante para essa ruptura foi a técnica experimental e a reforma da experiência imediata, através das descobertas de Henry Cavendish de que a *água* não era um elemento, mas uma parte de substância formada por hidrogênio, paralelamente às descobertas acerca da natureza do *ar* por Antoine Lavoisier e Joseph Priestley (VELANES, 2017). Essas descobertas trouxeram progresso para o conhecimento químico e para a filosofia, pois contribuiu para a formação do espírito científico e ratificou a necessidade do caráter experimental nas práticas científicas (BACHELARD, 1972, 2005; LOPES, 2007; VELANES, 2017).

Apesar do progresso alcançado através dos exemplos citados, esses fatos não foram suficientes para romper com o materialismo ingênuo que se mostrou e se mostra persistente.

Para alcançar o que Bachelard chamou de Química científica ou Química matemática, é necessário que a Química rompa com a experiência primeira, com o imediatismo, com a realidade imediata, com as opiniões formadas. É necessário negar as imagens e recriar um pensamento questionador, é preciso chegar ao ponto mais alto – o da abstração –, recriando e recomeçando um mundo, alcançando o que Bachelard chamou de materialismo instruído, compreendendo como ocorre a ruptura do conhecimento do senso comum ao conhecimento científico (ANDRADE e SMOLKA, 2009; BACHELARD, 2005; LOPES, 2007; VELANES, 2017b). Ainda em relação a isso, Bachelard (*apud* VELANES, 2017b) comenta:

O materialismo instruído é apresentado como uma base de pensamento complexa que caracteriza especificamente a Química contemporânea. Trata-se de um materialismo complexo por trabalhar com uma diversidade e pluralidade de objetos materiais. É um materialismo que experimenta, progride, trabalha, cria e instrui os fenômenos humanamente (BACHELARD, 1972a). Tal tipo de atividade de pensamento surge após o fracasso das formas racionalistas prematuras e da química positivista sobre os estudos da matéria (VELANES, 2017b, p. 83).

Quando Bachelard trata do materialismo racional, ele deixa claro que essa proposta é para a Química contemporânea, a Química matemática, exigente de um modelo matemático que requer uma representação e experiência. Essa Química trabalha com abstração, com a artificialidade, não é pautada em dados empíricos se afastando da realidade natural, como no caso da Química quântica, Física quântica que são teorias bem ordenadas através de representações e experimentações baseadas em técnicas bem elaboradas e estabelecidas, transformando as propriedades da matéria, alcançado o objeto químico que é o abstrato-concreto. A Química se tornou uma ciência, atenta e vigilante, problematizadora, buscando sempre novos conceitos, reconstruindo o conhecimento, o que ficou mal estabelecido (ANDRADE e SMOLKA, 2009; BACHELARD, 2005; LOPES, 2007).

Sabe-se que, recorrendo à filosofia de Bachelard, o conhecimento científico se da contra um conhecimento mal estabelecido que ele nomeou de obstáculos epistemológicos, sobre esses obstáculos faz-se necessário um pouco mais de atenção, pois é conceito fundamental para esta pesquisa (BACHELARD, 2005).

2.3. OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS E AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Quando o conhecimento científico é posto a confrontar as ideias do senso comum, surge o que Bachelard (2005) denominou de **Obstáculos Epistemológicos**. O teórico os define como formas de conhecimento petrificadas na mente dos alunos que, entretanto, são diferentes do modelo científico correto e constituem entraves à formação do espírito científico. Eles funcionam como uma espécie de barreira que resiste ao novo conhecimento mais próximo do científico, causando obstáculos de origem epistemológica.

Em se tratando de aspectos epistemológicos o filósofo francês Gaston Bachelard (2005, p. 17) afirma:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 2005, p. 17).

Para Bachelard (2005), o ato de conhecer requer continuamente o confronto de ideias anteriores em um processo de desconstrução do que ficou mal estabelecido na aprendizagem, por isso não devemos desconsiderar os conhecimentos prévios dos aprendizes baseados na vida cotidiana, pois tais conhecimentos quando não confrontados e criticados, podem constituir obstáculos de origem epistemológica à construção do conhecimento científico, ou à formação do espírito científico.

O primeiro obstáculo é o da opinião. Bachelard (2005) diz que termos uma opinião formada sobre determinado assunto e não o questionamos é como se estivesse acabado e totalmente construído, ou seja, um entrave à aprendizagem e, conseqüentemente, à construção do conhecimento científico.

O filósofo francês descreveu em *A formação do espírito científico* dez tipos de obstáculos epistemológicos: (I) a experiência primeira, (II) a generalização prematura, (III) o obstáculo verbal, (IV) conhecimento unitário e pragmático, (V) substancialista, (VI) animista, (VII) realista, (VIII) obstáculo e mito da digestão, (IX) libido e (X) conhecimento quantitativo.

Na **experiência primeira**, ou observação primeira, há o apego à beleza do experimento e às várias imagens e não à explicação científica, supervaloriza-se o objeto. Nesse aspecto, é suficiente a descrição para ficar encantado (LOPES, 1993).

Uma vez entregue aos reinos das imagens contraditórias, a fantasia reúne com facilidade tudo que há de espantoso. Faz convergir às possibilidades mais inesperadas. Quando o amianto incombustível foi utilizado para fazer mechas de lampião duráveis, pensou-se ter conseguido “lâmpioes eternos” (BACHELARD, 2005, p. 45).

Logo, há apenas satisfações e admirações por imagens, sem se importar com as explicações dadas aos fenômenos presentes nas atividades experimentais.

A **generalização prematura** é colocada por Bachelard como outro obstáculo epistemológico e sua utilização em ambientes de ensino também pode ser igualmente barreira à formação do espírito científico. As generalizações tornam uma lei tão clara, completa e fechada, que dificilmente se levanta o interesse por questioná-las. “Com a satisfação do pensamento generalizante, a experiência perdeu o estímulo” (BACHELARD, 2005, p. 72).

O **obstáculo verbal** ocorre quando fazemos uso de modo confuso de termos científicos, palavras, analogias, metáforas e jargões, como exemplo, dizer que em soluções aquosas haverá “liberação” de íons H^+ em um ácido de Arrhenius, o que pode gerar confusão na interpretação. Temos que ter diligência ao utilizar determinados termos da linguagem científica e seu significado na linguagem coloquial, pois as palavras quando mal utilizadas podem sedimentar conceitos errôneos (LOPES, 2007)

Já o **obstáculo substancialista** consiste na identificação de características evidentes, superficiais dos materiais como pertencentes ao objeto. “Atribui a substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda, tanto a qualidade manifesta quanto à qualidade oculta” (BACHELARD, 2005, p. 121), um exemplo, é nos referirmos à cor amarela como intrínseca ao ouro (LOPES, 2007).

O **obstáculo realista** se relaciona a tornar os fenômenos abstratos em concreto. O indivíduo cria imagens concretas baseadas nas suas ideias e assim explica fenômenos abstratos. A respeito desse obstáculo, Bachelard (2005, p. 163) nos diz: “Siga a argumentação de um realista; imediatamente ele está em vantagem sobre o adversário porque tem, acha ele, o real do seu lado, porque possui a riqueza do real, ao passo que seu adversário, filho pródigo

do espírito, persegue sonhos vãos. ” O indivíduo é guiado pelo senso comum, criando uma ciência geral e superficial, pautado no seu realismo pouco desenvolvido.

O **obstáculo do conhecimento pragmático e unitário** se relaciona às concepções finalistas, ou seja, conecta um fato a uma causa final. Nesse tipo de obstáculo, procura-se retratar um fenômeno através de explicações que forneçam um caráter utilitário, causadas por uma indução pragmática (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002).

O **obstáculo animista** faz referência ao vitalismo, desse modo os fenômenos físicos são tratados como se fossem dotados de vida; vida é uma palavra mágica, ela marca um valor às substâncias. Apesar dos vários tipos de obstáculos epistemológicos mostrados acima, é importante notar que eles são polimorfos, ou seja, com muita frequência mais de um obstáculo epistemológico está presente nas concepções alternativas (BACHELARD, 2005).

O **obstáculo e mito da digestão** é, para Bachelard (2005, p. 211-212), a origem do mais forte realismo e um dos mais tenazes no decorrer da história das ciências, porque abrange diversos campos científicos, como a Biologia, a Química e, mesmo, a Psicologia. Trata-se da “assimilação dos similares pela digestão”, quanto mais sólido o alimento, melhor saciada será a fome; metaforicamente, quanto mais palpável for o conhecimento, melhor será a aprendizagem. Bachelard é, portanto, contrário a essa posição e traça uma crítica à suposta facilidade de compreensão dos alunos quando se cria relação entre eventos ou fenômenos ao estômago e à digestão.

O **obstáculo da libido** se refere aos pensamentos sexuais presentes em todos os espíritos científicos, mas também à perspectiva de poder e vontade de dominar os outros seres humanos. Conforme Bachelard (2005), nesse obstáculo, o pensamento de um espírito pré-científico se desenvolve mais pelo eixo do eu-você que pelo do eu-isso, logo, a pessoa é buscada em detrimento da objetividade. Como resposta a isso, surge o tratamento sexualizado de uma reação química na qual dois corpos são diferenciados pelo fato de um ser descrito como ativo e outro, como passivo. Na perspectiva do ensino-aprendizagem, seria a manifestação de poder e controle do professor/pesquisador sobre os alunos/pesquisados.

Por fim, o **obstáculo do conhecimento quantitativo** trata do conhecimento que se considera livre de erro, por se pautar no matematismo, na mensuração das coisas. Segundo Bachelard (2005), o conhecimento objetivo imediato é falso por ser qualitativo e marcar o objeto com impressões subjetivas e certezas prematuras. Por isso, pensa-se, erroneamente, que o conhecimento quantitativo escaparia a esses perigos. Há um privilégio do quantitativo em

virtude da crença maior do cientista na medida do que na realidade do objeto. Mas o epistemólogo recorda que a mensuração depende de um instrumental construído especificamente para o que se quer avaliar. Isto é, não é isenta.

Para Bachelard (2005) e Lopes (2007), ao se manifestar mais decisivamente para mascarar o processo de ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, o obstáculo epistemológico ocorre quando o pensamento procura prender o conhecimento ao real aparente, impondo barreiras à construção de conceitos científicos do pensamento ao próprio pensamento, preferindo conservar as respostas ao invés do questionamento para manter a continuidade do conhecimento a fatos concretos do cotidiano, ao introduzir o uso excessivo de analogias, metáforas e imagens no próprio ato de conhecer, a fim de fugir da abstração do conhecimento químico e, conseqüentemente, a espiritualização científica.

Vale ressaltar que obstáculos não se constituem na falta de conhecimento, mas, pelo contrário, são conhecimentos antigos, cristalizados pelo tempo, que resistem à instalação de novas concepções que ameaçam a estabilidade intelectual de quem detém esse conhecimento.

Segundo Bachelard (2005), o desenvolvimento do espírito científico ocorre através da superação de obstáculos epistemológicos. Há a necessidade de se romper com um conhecimento anterior, superando-o e, assim, construir um conceito apropriado em uma nova ordem de racionalidade, no constante processo de reformulação, através de retificações. Demonstrando que a construção do conhecimento não é um processo contínuo, mas descontínuo, em que aprendemos através dos erros. Utilizando as palavras do próprio Bachelard (2005, p. 148):

Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica do longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira. Toda vida intelectual da ciência move-se dialeticamente sobre o diferencial do conhecimento, na fronteira do desconhecido. A própria essência da reflexão é compreender que não se compreendera. Os pensamentos não-baconianos, não euclidianos e não-cartesianos estão presentes nestas dialéticas históricas que apresentam a retificação de um erro, a extensão de um sistema e o complemento de um pensamento (BACHELARD, 2005, P. 148).

A matriz da Epistemologia Bachelardiana é contrária à ideia de evolução direta e somativa do conhecimento, contribuindo de modo a demonstrar que a ciência é um processo descontínuo, que passa gradativamente por ruptura para uma reconstrução. Para Bachelard, o conhecimento não ocorre por acréscimo, mas através de um processo descontínuo, rompendo-

se sempre contra o conhecimento anterior. Nessa perspectiva, a formação dos conceitos efetivou-se através de sucessivas reconstruções, cada etapa contendo em si distintos obstáculos. Nesse contexto, o erro mais uma vez possui papel importante aparecendo na base da Epistemologia Bachelardiana, pois é considerado como fundamental para a formação do espírito científico (BACHELARD, 2005).

Em se tratando do ensino-aprendizagem, os apontamentos de Medeiros (2014) mostram que a maneira simplista e rígida com que as disciplinas tratam seus objetos de estudo, no que diz respeito à Química, levam os alunos a terem uma visão ingênua ao interpretarem os fenômenos científicos, por isso o ato de ensinar e aprender Química vai além de regras e teorias, compreende processos e linguagens dos fenômenos estudados.

A própria ciência Química tem suas origens na experimentação, dotada de linguagem e simbologia própria, o que difere e muito do que os alunos estão familiarizados, ou seja, o conhecimento químico difere do conhecimento comum dos alunos. Esses conhecimentos estão ligados às mais variadas concepções, construídas ao longo de suas vidas, e funcionam como um entrave à formação do espírito científico.

Para Fernandez e Marcondes (2006), mesmo o aluno tendo passado por uma educação formal em Química, ele é incapaz de usar tal modelo para explicar fenômenos próximos a ele. Por outro lado, ao tentar associar o modelo formal aos seus conhecimentos prévios, surgem o que se chama de concepções alternativas, desse modo, é importante analisar as concepções alternativas, pois influenciam no ensino-aprendizagem e não somente ao modo como o conhecimento é transmitido e falta de estrutura lógica.

Como protagonistas do processo ensino-aprendizagem, professores e alunos devem ser considerados na ação docente. Pois os alunos possuem ideias prévias ou concepções alternativas de dimensão histórica, cultural e social, que podem funcionar como barreira ao conhecimento científico (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006). O professor, por sua vez, usa uma metodologia de ensino incapaz de confrontar essas ideias, sendo o próprio docente uma fonte de inúmeros obstáculos epistemológicos a serem transferidos para o estudante, o que dificultará a formação do espírito científico do aprendiz, ao tentar diminuir a abstração do conhecimento químico e torná-lo familiar (BACHELARD, 2005).

Para Lopes (2007, p. 138), "[...] pouco adianta modificar metodologia de ensino, caso não se enfrente a discussão da tessitura epistemológica dos conceitos científicos ensinados". A compreensão dos conceitos abordados na ciência Química envolveria, assim,

uma mudança na lógica a partir da qual o aluno organiza sua teoria, ou seja, mudança epistemológica. A passagem das primeiras teorias intuitivas dos alunos para uma visão científica dos diferentes problemas levantados para sua aprendizagem (POZO e CRESPO, 2009).

Segundo Bachelard (2005), há um grande equívoco quando se pensa o ensino de ciências nos moldes tradicionais, que desconsidera os conhecimentos anteriores dos alunos e atribui o caráter cumulativo à apreensão e apropriação dos conceitos científicos. Um entrave para o ensino localiza-se nesses dois pressupostos, enraizados nas relações didáticas. A aprendizagem de um novo conhecimento é um processo de mudança de cultura, tornando-se necessário para tal que sejam superados os obstáculos epistemológicos existentes nos conhecimentos prévios do aluno (LÔBO, 2007; LOPES, 2007; MORTIMER, 1995).

O verdadeiro espírito científico é aquele que se opõe, questiona e pergunta, procura a resposta sem medo de errar. Todo conhecimento é uma resposta para uma pergunta. Daí o importante papel do docente em trabalhar a aprendizagem de Química de forma problematizadora, demonstrando ao discente que a cultura científica está em constante mudança, e que o conhecimento não é algo isolado e estático, mas aberto e dinâmico. Sempre questionando e confrontando os conhecimentos adquirido, ou seja, desconstruir para construir, mesmo em face à grande exigência de abstração que essa disciplina possui (BACHELARD, 2005).

Incutindo no aluno a insatisfação com o conhecimento existente, sempre movido pelo ímpeto da construção do espírito científico, pela problematização, pelo questionamento, alimentando um espírito inquieto que busque sempre dados mais precisos (LÔBO, 2007; KASSEBOEHMER *et al.*, 2015; LOPES, 2007).

2.4. UTILIZAÇÃO DO ERRO PARA A FORMAÇÃO DO ESPÍRITO CIENTÍFICO

O conhecimento científico só pode ser construído através da retificação de erros, pois eles não são concebidos como um equívoco a ser extirpado. À luz da filosofia bachelardiana, considera-se que o erro também é uma resposta a ser retificada, um fato não tem o mesmo significado em racionalidades diferentes. Como se sabe, existe uma linha de racionalidade diferente para o conhecimento comum e o conhecimento científico. O conhecimento científico ocorre a partir das desconstruções do conhecimento comum, com objetivo bem

definido, através de uma representação e técnica bem estabelecida, que leve à construção de um objeto abstrato-concreto, sempre ocorrendo contra um conhecimento anterior, corrigindo o que se considerava consolidado (ANDRADE; SMOLKA, 2009; BACHELARD, 2005; LOPES, 2007).

Para Bachelard (2005), o espírito científico se constitui enquanto questiona os erros, supera os obstáculos e se enriquece mais, numa constante reforma de conhecimento adquirido, pois ele não é eterno ou imutável. Por meio da epistemologia histórica, pode-se refletir e proceder à retificação desses erros para que o pensamento científico evolua, através da construção progressiva da verdade. De acordo com Bachelard (2005, p. 147):

A história humana bem pode, em suas paixões, em seus preconceitos, em tudo que releva dos impulsos imediatos, ser um eterno recomeço; mas há pensamentos que não recomeçam; são os pensamentos que foram retificados, alargados, completados. Eles não voltam a sua área restrita ou cambaleante. Ora, o espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Julga seu passado histórico, condenando-o. Sua estrutura é a consciência de suas faltas históricas. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica de um longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira (BACHELARD, 2005, p. 147).

A partir dos erros é possível formular uma problematização para resolvê-lo e assim gerar novas formas de conhecimento. Escreve-se a história, julgando, valorizando o certo e eliminando as possibilidades de reincidência no erro (PARENTE, 1985; 1992).

Quando se fala em erro, é comum pensar nos vários tipos a nós apresentados no ensino formal, como os erros sistemáticos e os erros aleatórios, que podem ocorrer em práticas experimentais, nesse caso, na Química. Talvez pensemos ainda em erros pessoais, “erro cometido por distração, erros corriqueiros, meros de uma cabeça fatigada, tampouco a falta de esforço de pensar, afirmações gratuitas (PARENTE, 1985, P. 170). É explicar que o erro a que nos referimos é o baseado na epistemologia histórica, no racionalismo dialético proposto por Bachelard (PARENTE, 1985). Baseado na filosofia da ciência bachelardiana. O erro pode ser considerado motor do progresso científico, a alavanca para a formação do espírito científico (BACHELARD, 2005; PARENTE 1985).

O erro proposto por esse autor ocorre na imersão de uma prática persistente, obstinada na busca do conhecimento pautado no materialismo instruído, mas que, nos limites da consciência possível, ainda não concedeu ao pesquisador a lucidez necessária para dele se

desvencilhar. Ele é ocasionado por efeito da presença dos obstáculos epistemológicos, e sua localização e erradicação exigem uma ação mais profunda, mas, ao percebê-lo, pode-se conceber que existem outras verdades, um novo conjunto de verdades, gerando um espírito animado com a possibilidade de novas descobertas e maior produção de conhecimento para ciência (BACHELARD, 2005; PARENTE 1985). As irregularidades dos erros são apagadas através das retificações, construções e desconstruções (PARENTE, 1985, 1992).

Como o erro tem o significado importante na epistemologia descontinuísta é importante que a construção dos conceitos científicos seja trabalhada com um objetivo bem definido e problematizado para que o sujeito envolvido consiga refletir sobre seus conhecimentos, questionando-os constantemente, a fim de confrontar ideais e uma possível percepção de um erro, de obstáculos a construção do espírito científico.

Parece uma ideia contraditória, mas o erro possui papel maior na construção do conhecimento científico, pois, quando o indivíduo percebe que se enganou, fica extasiado, maravilhado por perceber que houve um despertar intelectual e surge fonte de nova intuição, toda racional, embasada na problematização, na polêmica. Assim, o espírito percebe a dissolução do que um dia estava solidificado em verdades primeiras, que se pode considerar, na realidade, como erros primeiros (BACHELARD, 2005; PARENTE, 1985).

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS

Muitas são as dificuldades dos alunos para a aprendizagem de conteúdos de Química, pois essa disciplina difunde os conteúdos de maneira estática, voltada para repetição e acumulação, sem nenhuma ou pouca relação com a realidade do aluno (POZO; CREPO, 2009).

A aprendizagem de conceitos científicos de Química se torna para o aluno de pouco interesse e serventia, ocasionando rapidamente o desânimo. O aluno é tratado como mero espectador que só precisa observar e absorver o que o mestre transmite, tornando a ciência algo limitado e acabado, pronta para ser consumida. Diferente do que ocorre rotineiramente, precisa-se mostrar que o aluno é capaz de encontrar as respostas nos seus próprios modelos ou ideias e então tentar interpretar a realidade ao seu redor (MENDES, 2011; POZO; CRESPO, 2009). Para isso, o aluno deve ser direcionado a confrontar suas ideias, reconstruir suas respostas, saber que a ciência vive em constantes modificações e não há verdades definitivas.

Diante dos fatos, é importante levar em consideração as explicações dos alunos para os diversos fenômenos químicos, que podem ser chamadas de concepções alternativas, adquiridas com as experiências dos alunos, suas ideias e preconceitos. Observamos que os alunos, ao tentarem reunir suas ideias com a do modelo demonstrado pelo professor, podem emergir conceitos distorcidos (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Como Lopes (2007) admoestou, muitos colocam a culpa da questão de pouca aprendizagem dos conceitos químicos na maneira como o conteúdo é ministrado, bem como na sua didática; entretanto, pouco adianta modificar a didática se não nos preocuparmos com a questão da tessitura epistemológica dos conteúdos químicos, visto que entender como esses conceitos são construídos pelos alunos é importante para termos práticas realmente efetivas na construção do conhecimento químico. Outro ponto necessário de compreensão é que a Química, no decorrer do tempo, passou por diversas modificações e não é mais a química dos tempos de Lavoisier, mas uma química pautada em construtos teóricos de origem abstrata e matemática, voltada para as representações e técnicas bem elaboradas, a Química matemática, conforme Bachelard (2005).

Sobre isso, Bachelard nos alertou para verificar o que os alunos já possuem de conhecimento, mesmo o conhecimento aparente, e a importância de entendermos como eles desenvolvem os conceitos e, assim, trabalhar de maneira problematizadora até construir-se um objeto concreto-abstrato.

Do exposto, essa proposta de dissertação visa investigar o seguinte problema:

Na perspectiva bachelardiana, como os alunos do ensino médio explicam as seguintes evidências de transformações químicas: Produção de novos materiais? Produção de gás? Produção de luz?

3.1.1 Objetivo geral

Investigar as compreensões que estudantes do Ensino Médio, de uma escola pública de Manaus, apresentam acerca de conceitos relacionados aos aspectos qualitativos das transformações químicas.

3.1.2. Objetivos específicos

- Selecionar, por meio de uma revisão da literatura, as dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio trazem sobre transformações químicas;
- Elaborar situações didáticas para demonstrar evidências de transformações químicas que abordem os fenômenos químicos que envolvem: produção de novos materiais, produção de gás e produção de luz;
- Analisar as explicações dos estudantes sobre as transformações químicas na perspectiva bachelardiana.

3.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Essa pesquisa atendeu aos critérios éticos exigidos pela Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012, a qual aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Uma Escola Estadual de tempo integral de Manaus foi definida como local da pesquisa. A escola foi devidamente consultada, vindo à autorizar a realização da pesquisa, através da concessão do Termo de Anuência (APÊNDICE 1). De posse do Termo de Anuência, anexou-se ao projeto de pesquisa e submeteu-se ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) para avaliação e emissão do

parecer, o qual foi aprovado em 26 de outubro de 2016, conforme CAAE 57638016.9.0000.5020 e parecer 1.793.246 .

Nesta pesquisa, não houve discriminação na seleção dos indivíduos e nem exposição destes. Os alunos participantes voluntários foram informados que tinham plena liberdade para abster-se da participação na pesquisa e de que eram livres para suspender o consentimento sobre sua participação a qualquer momento e que, de forma alguma, teriam que arcar com quaisquer despesas relacionadas ao projeto.

3.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Esta pesquisa ancora-se no enfoque de pesquisa qualitativa, dada a sua natureza subjetiva e intersubjetiva, entretanto há dados quantitativos que foram usados para auxiliar na discussão dos dados. Nas pesquisas de cunho qualitativo, o enfoque se dá no processo não com os resultados, analisando através de dados descritivos as ações dos sujeitos envolvidos (FRASER e GODIM, 2004; LÜDKE e ANDRE, 2014; SEVERINO, 2007).

No que tange ao significado do subjetivo, entende-se como o que se passa na mente da pessoa e quanto ao intersubjetivo “refere-se ao conjunto de regras e normas que favorecem o compartilhamento de crenças de um determinado contexto sociocultural (FRASER e GONDIM, 2004, p. 141)”.

Em se tratando da ação humana e seu caráter subjetivo, não podemos ter ideias fundamentadas apenas em ações, extremamente controladas, como no caso do enfoque quantitativo, antes devemos considerar a sua essência voltada para compreender a realidade do ser social e os significados dados por eles no contexto pesquisado (FRASER e GONDIM, 2004; LÜDKE e ANDRÉ, 2014).

Visando compreender os fenômenos em interações socioculturais, a partir da percepção dos sujeitos da pesquisa, em uma abordagem qualitativa, utilizaremos a metodologia de pesquisa com características etnográficas, dando ênfase a técnica de observação participante e entrevista. Tal abordagem tem por finalidade analisar a maneira como o conhecimento acerca das transformações químicas nos seus aspectos qualitativos são interpretados pelos alunos. Desse modo, o contexto social e a subjetividade do sujeito são considerados. Para André (2008, p. 24):

A etnografia é um esquema de pesquisa desenvolvido pelos antropólogos para estudar a cultura e a sociedade. Etimologicamente etnografia significa “descrição cultural”. Para os antropólogos, o termo tem dois sentidos: (1) um conjunto de técnicas que eles usam para coletar dados sobre os valores, os hábitos, as crenças, as práticas e os comportamentos de um grupo social; e (2) um relato escrito resultante do emprego dessas técnicas (ANDRÉ, 2008, p. 24).

Assim sendo, percebemos que o foco de interesse da pesquisa etnográfica é analisar como um grupo ou pessoas interagem de modo geral, suas práticas, hábitos, crenças, significados, ou seja, o comportamento social de um grupo. Para isso é essencial lançar mão de técnicas de etnografias tais como: entrevistas intensivas, observação participante e análise de documentos.

Em se tratando de pesquisa na área educacional, a preocupação de pesquisadores ou estudiosos da educação é com o processo educativo e, para isso, utilizamos técnicas da etnografia (com enfoque na observação participante e entrevista). Assim, trata-se de uma pesquisa de estudo etnográfico, porque adapta a etnografia (MOREIRA, 2011).

Nos estudos com características etnográficas, a observação participante será muito relevante, pois o pesquisador sempre terá um grau de participação durante a observação, o que acarretará papel fundamental ao pesquisador, já que ele sofrerá influência ou poderá ser influenciado pelo campo de interesse a ser estudado. Já a grande quantidade de entrevistas contribuirá para sanar e esclarecer eventuais dúvidas e esclarecer problemas observados (ANDRÉ, 2008; LÜDKE; ANDRÉ, 2014).

Segundo André (2008), algumas características devem ser levadas em consideração no estudo etnográfico, por exemplo: a) o pesquisador se insere na pesquisa como o principal instrumento de coleta e análise de dados, pois ele poderá modificar as técnicas de coleta de dados, assim como propor novas metodologias durante a pesquisa; b) a pesquisa sempre enfatizará o processo e não os resultados finais; c) uma característica marcante da etnografia é a preocupação com o significado, por isso o pesquisador deve tentar apreender e retratar a visão pessoal de cada participante, a maneira própria com que as pessoas veem a si mesmas, as suas experiências e o mundo que as cerca, e d) envolve um trabalho de campo prolongado ou suficiente para extrair os dados necessários a pesquisa.

Finalmente, a pesquisa etnográfica busca a formulação de hipóteses, conceitos, abstrações, teorias e não sua testagem. Para isso, faz uso de um plano de trabalho aberto e flexível, em que os focos da investigação vão sendo constantemente revistos, as técnicas de

coleta, reavaliadas, os instrumentos, reformulados e os fundamentos teóricos, repensados. O que esse tipo de pesquisa visa é a descoberta de novos conceitos, novas relações, novas formas de entendimento da realidade (ANDRÉ, 2008).

3.4 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

O público alvo da pesquisa foi alunos que cursam a 1ª série do Ensino Médio, pois o conteúdo *transformações químicas* é proposto para essa fase pelas Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) e pelas Propostas Curriculares da Secretaria de Educação do Amazonas (MANAUS, 2012), assim se justifica a escolha desse público para a realização da pesquisa. Participaram de todas as ações didáticas da pesquisa 15 alunos.

Para realização da pesquisa, foi solicitada autorização do gestor da escola para a coleta de dados, através de convite oral e termo de anuência (APÊNDICE 1). Inicialmente, o projeto foi apresentado aos alunos, sendo requisitada a participação voluntária e, posteriormente, encaminhado aos responsáveis o termo de assentimento (APÊNDICE 2) e o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 3) aos discentes autorizados pelos pais. O desenvolvimento da coleta de dados foi realizado no contraturno dos alunos, no período vespertino em um ambiente preparado para tais atividades.

3.5 PERCURSO METODOLÓGICO

No primeiro momento, buscou-se conhecer por meio da pesquisa bibliográfica as principais dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conteúdo de aprendizagem transformações químicas e selecionar os obstáculos epistemológicos a serem trabalhados, sendo eles: experiência primeira, substancialista, generalização prematura e realista.

3.5.1 Elaboração e aplicação questionário inicial

Elaborou-se um questionário inicial (APÊNDICE 4) para levantarmos as ideias prévias dos alunos sobre transformações químicas, e verificarmos a presença de possíveis obstáculos epistemológicos referente ao conteúdo. O questionário inicial foi organizado com 20 questões de acordo com a escala Likert de 5 níveis. Tais questões estão voltadas para as reações químicas e suas transformações, e as possíveis relações dessas transformações químicas com

o cotidiano dos estudantes. Optamos por dar ênfase aos aspectos qualitativos das transformações químicas, conteúdo de interesse deste estudo.

A utilização do questionário se faz importante, pois contempla “um conjunto de perguntas sobre determinado tópico que não testa a habilidade do respondente, mas mede sua opinião, seus interesses, aspecto de personalidade e informação biográfica” (YAREMKO *et al.*, 1986, p. 186).

A maneira de apresentar o conjunto de perguntas não faz parte da definição. O questionário pode ser administrado em interação social em forma de entrevista individual ou em grupo (GUNTHER, 2003). Para a utilização do questionário devemos ter bem definido o objetivo da pesquisa em termos de conceito e os sujeitos da pesquisa, para obtermos vários dados e de boas qualidades (GUNTHER, 2003).

3.5.2 Elaboração e realização de curso no contra turno

Elaborou-se uma sequência didática (APÊNDICE 5) para o curso, visando abordar o conteúdo de transformações químicas a partir de atividades experimentais (APÊNDICE 7), e atividades experimentais investigativas, tendo como foco as seguintes evidências de transformações químicas: produção de novos materiais (APÊNDICE 8), produção de gás (APÊNDICE 9) e produção de luz (APÊNDICE 10). Antes de começar a realizar os experimentos investigativos, realizaremos uma dinâmica em grupo, caixa de Pandora (APÊNDICE 6), para demonstrar aos alunos como ocorre a investigação científica, através de observação de evidências, hipóteses e criação de teorias.

O delineamento do curso foi pensado de maneira a relacionar o conteúdo de transformações químicas levando em conta os níveis de conhecimento químico e o modo como o aluno pode vir a compreender as reações químicas e suas características. E, durante o desenvolvimento do curso, os dados foram coletados por meio de observação e anotações em diário de campo, folhas de atividades, registro por meio de recurso audiovisual e entrevista semiestruturada.

Um componente importante para o desenvolvimento dessa pesquisa foi o diário de campo. O diário consiste em um instrumento que o pesquisador produz no decorrer do seu estudo etnográfico que tem como base a observação participante dos objetos estudados (WEBER, 2009).

É no diário de campo que se exerce plenamente a “disciplina” etnográfica: deve-se aí relacionar os eventos observados ou compartilhados e acumular assim os materiais para analisar as práticas, os discursos e as posições dos entrevistados, e também para colocar em dia as relações que foram nutridas entre o etnógrafo e os pesquisados e para objetivar a posição de observador (WEBER, 2009, p. 2).

O diário de campo permite ao pesquisador descrever, analisar e compreender os agentes envolvidos e suas implicações, possibilitando reescrever situações, fatos e acontecimentos vivenciados durante o período do estudo etnográfico. Esse instrumento de coleta funcionara para o pesquisador como um espaço em que o mesmo fará conexão de futuras ações a serem desenvolvidas em campo, bem como avaliações de incorreções ocorridas no dia a dia, reflexões sobre a conduta ética, erros e acertos em campo, durante o período da observação (ROCHA e ECKERT, 2008).

A observação participante tem traços marcantes na antropologia e na sociologia, por isso é um dos principais instrumentos de coleta de dados em estudos etnográficos, pois possibilita o contato direto, frequente e prolongado do investigador, com um determinado grupo social para que consiga captar as relações no grupo ou processo estudado.

Apontamentos de Lüdke (2014), indicam que a observação participante é uma estratégia de campo que combina simultaneamente a análise documental, a entrevista de respondentes e informantes, a participação e observação direta. Por isso a observação participante pode ser entendida como trabalho de campo no seu conjunto, envolvendo todos ou processos, como a sua chegada, aceitação ou não pelo grupo, até os refinamentos dos dados obtidos, ou seja, requer do pesquisador um grande envolvimento com a situação estudada, pois ele poderá afetar ou ser afetado diretamente pelo campo pesquisado e esteja consciente dos estereótipos culturais e possa desenvolver sua capacidade de introspecção (CORREIA, 2009).

A observação participante é dinâmica e precisa ser planejada, bem como considerar alguns aspectos tais como: responder a objetivos prévios, ser planejado de modo sistemático, sujeita validação e verificação, precisão e controle (CORREIA, 2009). A observação pode ser complementada pela entrevista semiestruturada ou livre.

Outro instrumento de coleta de dados utilizado neste estudo foi a entrevista semiestruturada, consistindo numa técnica básica de coleta de dados, utilizada em quase todos os tipos de pesquisas utilizados nas ciências sociais (LUDKE e ANDRÉ, 2014). Nesta investigação a entrevista semiestruturada (APÊNDICE 11) foi formatada para captarmos

informações relacionadas às interpretações que os alunos dão sobre as transformações químicas, mediante as aulas experimentais investigativas, de tal modo que fosse possível compreender os possíveis obstáculos epistemológicos presentes nas construções conceituais dos alunos, bem como a evolução da aprendizagem desses conceitos.

Fraser e Gondim (2004) mostram que a entrevista pode ser dividida em duas modalidades: a face a face, que diz respeito ao contato pessoal e todos os fatores envolvido, como a verbalização, não verbalização, expressões faciais e corporais; já a mediada é realizada através de algum fator mediador como o computador e telefone.

Quanto à estruturação pode ser: estruturada, nesse caso a entrevista possui estrutura rígida e limitada para o entrevistado; semiestruturada e não estruturada, nesse caso, há uma estrutura menos rígida, ampliando-se o papel do entrevistado e dando a ele maior abertura para se expressar e assim obtermos respostas mais aprofundadas, não limitadas a perguntas previamente definidas. As entrevistas semiestruturadas são organizadas de modo a não haver uma ordem rígida de questões, o entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém. Uma entrevista bem-feita permite versar sobre vários conteúdos de natureza pessoal e íntima a temas de natureza complexa e de escolhas nitidamente individuais. Pode permitir o aprofundamento de pontos que ficaram superficiais em outro tipo de coleta, como o questionário, além de atingir informantes que não poderiam ser atingidos por outros meios de investigação, como no caso de pessoas com pouca instrução formal.

As entrevistas são muito importantes, pois poderão ser associadas a técnicas de observação que possuirão grande valia no estudo etnográfico realizado, já que estamos interessados em analisar as condutas e comportamentos dos sujeitos da pesquisa realizada.

Conforme o desenrolar das ações didáticas, as folhas de atividades (APÊNDICES 11,12 e 13) foram utilizadas para que o aluno pudesse responder questionamentos pertinentes à atividade desenvolvida e coleta a respeito das suas ideias. As folhas de atividades também foram utilizadas para ajudar na confecção da entrevista semiestruturada (APÊNDICE 14,15,16) realizada com os alunos participantes. Para otimização da coleta de dados houve registro audiovisual visto que alguns alunos possuem grande dificuldade de se expressarem através da escrita.

Além dos instrumentos acima mencionados, ao finalizarmos o curso foi aplicado um questionário final avaliativo (APÊNDICE 17), composto por oito questões que visavam

compreender o que os alunos acharam do minicurso e sugestões para melhorias na atividade apresentada.

3.6 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram organizados e analisados mediante a técnica de Análise de Conteúdo. Segundo Moraes (1999), considera-se como material a ser desvendado pela análise de conteúdo qualquer informação oriunda de fontes de comunicação verbal e não verbal, tais como: gravações, cartas, entrevistas, filmes, vídeos, fotografias.

Para Bardin (2009) e Moraes (1999), a Análise de Conteúdo é constituída por um conjunto de técnicas, baseada em descrições sistemáticas, que ajudarão a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados. Moraes (1999, p. 3) afirma que análise de conteúdo consiste em:

Procedimentos especiais para o processamento de dados científicos. É uma ferramenta, um guia prático para a ação, sempre renovada em função dos problemas cada vez mais diversificados que se propõe a investigar. Uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Tal análise, conduz a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999, p. 3).

Esse método se pauta na interpretação própria do pesquisador a partir do contexto e dados coletados, não sendo possível uma leitura neutra e os significados das mensagens se relacionam com o contexto da análise. Esse método é fundamental para podermos interpretar dados de maneira coerente e que não estão explicitados, dando ao pesquisador a uma ampla compreensão de seus dados que vão além de uma interpretação simplista, fazendo com que o pesquisador possua maior sensibilidade para analisar as respostas e captar nuances que passariam despercebidas em uma análise superficial e pouco sistematizada de dados colhidos. Além de se considerar o pesquisador, a disciplina, a natureza dos materiais sob análise e os objetivos propostos para investigação, as construções desses objetivos podem ir se alterando ao longo do processo ou delineando à medida que a investigação avança (MORAES, 1999).

Na análise de conteúdo, há cinco etapas que devem ser consideradas: preparação das informações, transformação do conteúdo em unidades, classificação das unidades em categorias, descrição e interpretação.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO

A revisão da literatura mostrou algumas concepções que os alunos possuem a respeito das transformações químicas.

Rosa e Schenetzler (1998), Mortimer e Miranda (1995), Pozo e Crespo (2009) mostram, através de seus estudos, que os alunos detêm ideias diferentes dos conceitos científicos, quando se trata das reações químicas e suas transformações. Esses autores apontam as concepções alternativas em relação às transformações químicas: a concepção de continuidade da matéria. Os alunos possuem suas ideias sobre fenômenos naturais baseadas em fatos ou dados pautados no realismo ingênuo, se materializando em uma série de crenças sobre o cotidiano, compreendendo que, se as partículas fazem parte da matéria, possuem as mesmas características do objeto originado, por isso a matéria seria contínua tal como a vemos. Os alunos não conseguem explicar as reações químicas e suas transformações em nível microscópico ou atômico-molecular, visto que desconsideram o princípio da conservação de massa e tendem a dar explicações pautadas no que é observável.

E esse foi um dos intuítos desta pesquisa: verificar como os conceitos sobre os aspectos qualitativos nas transformações químicas se configuram nas mentes de estudantes, bem como suas compreensões, para poder inferir e interferir na aprendizagem dos alunos, a partir da epistemologia histórica bachelardiana. Isso possibilita a produção de material científico que contribua aos demais docentes e pesquisadores de modo geral a entender o processo de ensino e aprendizagem para certos conceitos químicos e aperfeiçoamento de técnicas pedagógicas.

Neste capítulo, analisam-se os resultados obtidos. A sequência didática foi aplicada para uma turma de 1º ano do Ensino Médio, o número de alunos participantes em cada etapa da pesquisa foi 15 (quinze). Quando da aplicação do questionário inicial, contou-se com a participação de 32 sujeitos dos quais 15 permaneceram até o final da sequência didática.

Assim, na próxima seção, são tecidas as considerações sobre o questionário inicial e a atividade caixa de Pandora; nas seções seguintes, são analisados os resultados da atividade experimental adaptativa à investigação problematizadora, atividade experimental investigativa I (Formação de novos materiais), atividade experimental II (Formação de gás) e atividade experimental III (Formação de luz); folhas de atividade atividades referente a cada tipo de

investigação, I, II, III e, posteriormente, discorre-se sobre a entrevista semiestruturada e sobre o questionário final.

4.1 QUESTIONÁRIO INICIAL – CONHECIMENTOS PRÉVIOS E POSSÍVEIS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.

A primeira etapa da pesquisa foi a aplicação de um questionário aos alunos com vista ao levantamento de ideias prévias que eles tinham sobre transformações químicas e à verificação de possíveis obstáculos epistemológicos referentes ao conteúdo. Para tanto, o questionário apresentava vinte questões voltadas para as reações químicas e suas transformações qualitativas. Dessas questões, dezesseis foram elaboradas contendo um dos obstáculos epistemológicos de Bachelard, a saber, quatro questões com o obstáculo substancialista, quatro com o obstáculo realista, quatro com o obstáculo da experiência primeira e quatro com o obstáculo da generalização prematura; as outras não tinham obstáculos, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Questionário inicial – Discriminação das questões

Categoria das questões	Afirmativas
Sem obstáculos epistemológicos	02, 10, 13 e 20
Experiência primeira	04, 07, 16 e 17
Generalização prematura	05, 06, 09 e 15
Obstáculo realista	03, 11, 14 e 19
Substancialismo	01, 08, 12 e 18

Fonte: autoria própria

Ademais, o questionário inicial foi organizado de acordo com a escala Likert de 5 níveis, o que nos proporciona dois pontos extremos (concorda ou discorda totalmente da proposição) e um mediano (indiferente/indeciso). É preciso destacar que foram feitas duas médias ponderadas: a primeira, designada **MP-SO** (Média Ponderada – Sem Obstáculo), contempla as questões sem obstáculos epistemológicos e, para ela, melhores serão os resultados quanto mais próxima estiver do valor 5; já na segunda, denominada **MP-CO** (Média Ponderada – Com Obstáculo), a lógica se inverte, porque compreende as questões

com obstáculos e os resultados mais satisfatórios serão os mais próximos de 1. Essa separação é necessária porque os participantes deveriam discordar das questões com obstáculos, mas concordar com aquelas que não tinham. Abaixo nas Figuras 01 e 02, está o indicativo das médias ponderadas por participantes:

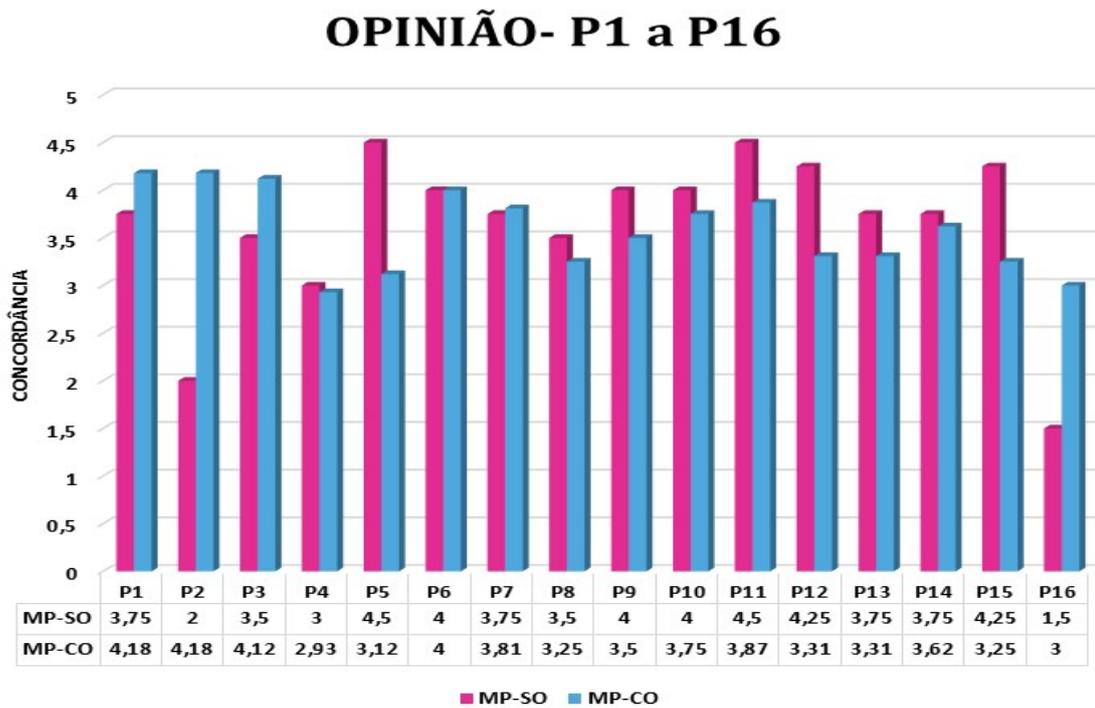


Figura 01: Médias ponderadas dos participantes (P1-P16) ao questionário inicial

Fonte: autoria própria.

OPINIÃO- P17 a P32



Figura 02: Médias ponderadas dos participantes (P17-P33) ao questionário inicial

Fonte: autoria própria.

Nas figuras acima, o resultado não é o ideal, mas o esperado. As médias ponderadas individuais apontam a presença dos obstáculos quando os valores obtidos em ambas se neutralizam ou quase se neutralizam, como se observa com P4 e P29, ou quando os valores são o oposto do ideal, como se nota em P2 e P24. É possível ainda questionar se: o aluno respondeu o questionário aleatoriamente; sempre concordou com as assertivas, elevando as ambas médias, como P6 fez; ou sempre discordou das afirmações, como fez P16.

As questões sem obstáculos epistemológicos eram as de numeração 02 (decomposição orgânica), 10 (consumo de gás carbônico), 13 (efeito estufa) e 20 (chuvas ácida e alcalina) e não ofereceram problemas aos participantes. Veja-se a questão 02, transcrita a seguir:

“2. O mau cheiro do lixo doméstico se deve ao fato das bactérias que se alimentam de matéria orgânica, presentes no lixo, produzirem um conjunto de substâncias cujas funções químicas são basicamente as mesmas, independente da origem da matéria, no entanto, quando a matéria orgânica tem uma única origem, o cheiro pode ser característico daquela matéria.”

A média obtida entre as respostas dos participantes foi de 3,05, o que assinala um grupo heterogêneo no que se refere aos conhecimentos prévios sobre as reações químicas realizadas pelas bactérias durante a decomposição de matéria orgânica.

Quanto às questões com obstáculos, além da situação exposta anteriormente, observa-se casos de respostas mais homogêneas e médias significativas tanto para a discordância quanto para a concordância.

A questão 3 tinha como obstáculo epistemológico o realismo ingênuo, por meio do qual se criam imagens concretas, real aparente, as primeiras impressões para explicar fenômenos abstratos. Note-se que ela apresentou média 1,46 – o índice mais próximo de 1 obtido entre as vinte questões, o que permite afirmar que o grupo rejeita de forma consistente a ideia de que um prego tem seu tamanho reduzido por ficar imerso na água.

“3. Ao observarmos um prego de ferro que ficou por um longo período em contato com a água, podemos afirmar que a água faz com que o ferro sofra apenas redução de tamanho ao ficar de molho na água.”

Por outro lado, a questão 6 afirma que a fotossíntese é um processo exclusivo das plantas e é tomada como verdadeira pelo grupo de modo categórico, apresentando índice de 4,28. Trata-se, portanto, de uma generalização prematura bastante enraizada entre os participantes. Pode-se supor que poucos saibam que alguns protozoários e bactérias também realizam fotossíntese.

“6. A fotossíntese é um fenômeno em que ocorrem várias reações químicas, com participações em volume de CO_2 (dióxido de carbono) e O_2 (gás oxigênio). Em relação ao fenômeno, pode-se afirmar que é um processo exclusivo das plantas.”

Ainda, é preciso destacar que há larga aceitação de assertivas que apresentam o obstáculo substancialista e a experiência primeira. A questão 1, por exemplo, adverte que, ao se cortar uma maçã, ela escurecerá porque isso é “normal” dessa fruta; ou seja, na sentença não se elucida o fenômeno que ali ocorre, o da oxidação. Não há explicação científica, apenas uma exposição superficial. Mesmo assim foi obtida uma média de 3,75.

Já na questão 17, afirma-se que o volume de um bolo aumenta de tamanho porque foi aquecido no forno. Tem-se aqui a aceitação de um senso comum por uma média 3,90 de que o calor, o forno faz a massa crescer e não o processo de fermentação.

“1. Após cortar uma maçã observa-se que com o passar dos minutos ela fica escurecida, tal fenômeno ocorre porque as maçãs possuem essa característica de ficarem escuras ao serem cortadas ou mordidas, isso é normal da maçã.”

“17. O bolo é um tipo de alimento apreciado pela maioria das pessoas. No preparo de um bolo, ao colocarmos no forno, em questão de minutos aumenta de tamanho. Esse processo ocorre porque o bolo foi aquecido.”

Com base no que foi exposto, ressalta-se que a formação de um pensamento científico nos alunos ainda está por ser desenvolvida. Na maioria dos casos, eles não têm conhecimento sobre as reações químicas, de que elas podem ocorrer em contextos diversos e ter, portanto, resultados, transformações diferentes – ao oxidar, o ferro enferruja; ao oxidar, a maçã escurece. Falta-lhes a percepção do detalhe que refuta a argumentação, do termo científico que melhor se adéqua ao contexto. Percebe-se que os alunos encaram a Química como uma ciência pronta e acabada, explicada através de fenômenos concretos, aos fenômenos lhe são apresentados à vista. Os alunos não possuem, de acordo com a análise do questionário, uma visão abstrata da Química e possuem desdobramentos desfavoráveis à formação do espírito científico, a ideia dele é pautada no materialismo ingênuo, um pouco distante do materialismo instruído como se poderia esperar.

Conforme análise prévia da literatura e questionário inicial, pode-se afirmar que os obstáculos epistemológicos substancialista, realista, experiência primeira e da generalização prematura podem estar configurados na mente dos estudantes do primeiro ano do ensino médio, na cidade de Manaus, e que inclusive podem estar afetando a aprendizagem desses indivíduos no que diz respeito às transformações químicas.

Apoiando-se em dados quantitativos e analisando qualitativamente as informações coletadas, observa-se que os respondentes obtiveram média ponderada de 3,46 para as questões sem obstáculos epistemológicos (a resposta mais próximo de 5 é indicativo de não obstáculo), estando mais próximo de 4 na escala Likert, o que indica que eles possuem um nível de conhecimento regular em relação as modificações químicas e que poderíamos supor

que as barreiras citadas por Bachelard (2005), influenciam para que haja maior dificuldade na aprendizagem destes conceitos químicos, já que a média ponderada para um desses obstáculos chegou a 3,73 (nesse caso, o resultado mais próximo de 1 indicaria a ausência de obstáculos), o que indica que mais 28 alunos dos 32 respondentes, marcaram de 4 ou 5 na escala Likert do questionário, indicativo forte de que esses obstáculos podem configurar na mente dos alunos, conforme relacionado no quadro 05.

Procurou-se mostrar que, mesmo que aluno apresente alguns obstáculos epistemológicos, eles não representam falta de conhecimento por parte do aluno, mas uma barreira para a compreensão do conhecimento nos moldes científicos, conforme demonstrado na Figura 03, em que se comparou as médias ponderais obtidas a partir dos questionários respondidos.

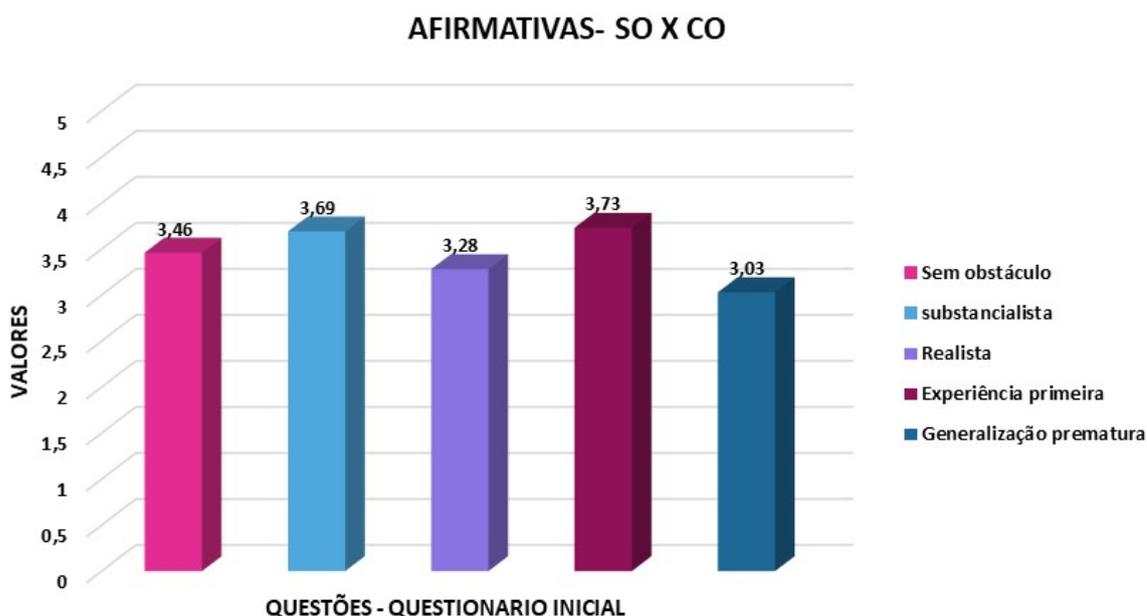


Figura 03: Obstáculos epistemológicos e as transformações químicas

Fonte: autoria própria.

Ao analisar as repostas dos estudantes e dentro do que se propôs a investigar, os obstáculos com maior representatividade foram a experiência primeira (69,7%) e o substancialismo (65,9%), sendo os de menores incidência os obstáculos da generalização prematura (43,2%) e realismo (58,3%) conforme indicado o quantitativo na tabela 1. Tendo o obstáculo da experiência primeira 69,7% de representatividade, a partir da média ponderada

das 4 questões sobre o referido obstáculo em que os respondentes marcaram a opção 4 ou 5 na escala Likert, nos leva a pensar que é o obstáculo mais recorrente considerando a totalidade de público e também o que está mais fortemente arraigado individualmente, seguido do obstáculo substancialista.

Os dados da tabela 1, corroboram com Bachelard (2005) que nos diz que possuir obstáculos epistemológicos não indicam ausência de conhecimento, já que a média dos respondentes somaram 49,2% para as respostas sem obstáculos.

		ESCALA LIKERT				
OBSTÁCULO	Questão	1	2	3	4	5
Substancialismo	01	15,2%	9,1%	3%	27,3%	45,5%
	08	6%	9,1%	15,2%	30,3%	39,4%
	12	6%	18,2%	27,3%	27,3%	21,2%
	18	3%	9,1%	15,2%	42,4%	30,3%
Realismo	03	72,7%	12,1%	12,1%	3%	0%
	11	6%	15,2%	9,1%	27,3%	42,4%
	14	6%	3%	6%	27,3%	57,6%
	19	3%	6%	15,2%	24,2%	51,5%
Experiência primeira	04	6%	3%	33,3%	51,5%	6%
	07	9,1%	3%	0%	24,2%	63,6%
	16	6%	18,2%	6%	45,5%	24,2%
	17	21,2%	9,1%	6%	24,2%	39,4%
Generalização prematura	05	30,3%	6%	18,2%	36,4%	9,1%
	06	3%	9,1%	6%	18,2%	63,6%
	09	33,3%	30,3%	18,2%	15,2%	3%
	15	27,3%	21,2%	24,2%	6%	21,2%
Sem obstáculos	02	12,1%	3%	21,2%	24,2%	39,4%
	10	9,1%	30,3%	39,4%	15,2%	6%
	13	12,1%	6%	18,2%	24,2%	39,4%
	20	3%	6%	42,4%	24,2%	24,2%

Tabela 01: Ocorrência dos obstáculos epistemológicos

Fonte: autoria própria.

Observa-se que os estudantes enfrentam dificuldades para aprendizagem de Química, principalmente quando se fala nas transformações químicas, pois esse conteúdo é recorrente e, dependendo da reflexão realizada, complexo. Logo, estudar a natureza da ciência na sala de aula, através da filosofia bachelardiana, pode nos ajudar a compreender as dificuldades de aprendizagem sobre as transformações químicas, já que os obstáculos epistemológicos constituem formas ingênuas de interpretação de fenômenos, levando a explicações equivocadas e falsa compreensão sobre a natureza da ciência (BACHELARD, 2005; KASSEBOEHMER *et al.*, 2015). Fazer com que o aluno forme um espírito científico através do processo educativo e compreenda os fenômenos químicos não é um processo simples que ocorre apenas pela exposição de informações científicas, envolve a participação no reconhecimento do fenômeno e correção de erros (KASSEBOEHMER, 2011).

4.2 CAIXA DE PANDORA – COMO OCORRE A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

A segunda etapa desta pesquisa a realização de uma dinâmica de grupo que utiliza o método caixa de Pandora. Com ela, pretendeu-se demonstrar aos alunos como ocorre a investigação científica, através da observação de evidências e da criação de hipóteses.

Conforme Paiva (2005), a formulação da hipótese na epistemologia bachelardiana se circunscreve a um objeto específico e sua aplicação deve contribuir para a consecução do próprio objeto. Isto significa que a hipótese resulta da observação e deve orientar a técnica de desenvolvimento do estudo. Nessa perspectiva, a dinâmica foi elaborada visando à compreensão desses procedimentos científicos pelos alunos.

Assim, eles foram divididos em cinco grupos, os quais foram codificados de G1 a G5. Poderiam olhar a caixa e manuseá-la sem, no entanto, abri-la; a partir de suas observações sensoriais, deveriam formular hipóteses sobre o conteúdo da caixa, a quantidade de elementos, as formas que tinham, os seus tamanhos e os materiais de que eram feitos. É preciso destacar que não puderam abrir a caixa mesmo após a realização da dinâmica. Por fim, como disposto no Apêndice 7, o recipiente era uma caixa de sapatos e continha molho de chaves, borracha escolar, palito de picolé, bolinha de gude, *clips*, prego e seringas.

No quadro 3, a seguir, apresentam-se as respostas dadas por cada grupo e, diante dessas respostas, pode-se notar os obstáculos epistemológicos da experiência primeira,

generalização prematura, substancialista e verbal, mesmo não sendo, o ultimo, alvo desta pesquisa.

Quadro 3: Observações e hipóteses dos alunos a partir da dinâmica das caixas

Grupo	Observações	Hipótese
G1	Tem som de metais, um batendo no outro, levando em consideração com o peso da caixa.	Barra de ferro, chaves, vidro, sino.
G2	Observamos que quando mexemos a caixa ouvimos vários barulhos diferentes de objetos diferentes se chocando.	Boneca, carrinho, lápis, pente, quebra-cabeça, blocos de madeira, chave, parafuso, pingente.
G3	Percebe-se que há mais de um objeto por meio da percepção do som, uns mais consistentes.	Provavelmente possui chaves fixas a algum chaveiro, possivelmente uma bolinha, presença de pedras ou peça de “lego”.
G4	Chegamos a observar ao ouvir que dentro da caixinha tem parafusos e porca, observamos pelo som, pela caída da caixa sobre a nossa mão.	Ouvimos sons de parafusos e polcas, moedas e alguma coisa grande que faz pesar a caixinha.
G5	Observamos que a caixa contém três ou mais objetos, que por seu peso e som identificamos que há objetos de metais.	Prego, chave, pedra, polca, borracha, caneta, papel, tampa de caneta, parafuso pequeno.

Fonte: pesquisa de campo.

Em relação à experiência primeira, Bachelard afirma que esse é o obstáculo empirista, compreende a experiência situada antes e acima da crítica e aborda fenômenos complexos de modo simplista. Nas respostas dadas pelos alunos, ele aparece quase sempre relacionado à generalização prematura, porque ela legitima um raciocínio sem aplicação à realidade imediata e o torna a base de uma experiência.

Por exemplo, G4 avança a hipótese de que “alguma coisa grande” é responsável por tornar a caixa pesada e isso foi identificado “pela caída da caixa” sobre suas mãos. Similarmente, G1 sugere que há uma barra de ferro, por levar em consideração o som de metais e o peso da caixa. Ainda nesse entendimento, G5 afirma que ali há objetos de metal em

virtude do peso e do som identificados. Por fim, G3 refere-se a objetos “consistentes”. Nas afirmativas de G4, percebe-se que há um conhecimento ingênuo que relaciona necessariamente objetos grandes a objetos pesados, no entanto, não há provas palpáveis naquele contexto. As assertivas de G1 e G5 indicam que todos os metais são densos, o que pode ser a manifestação de suas experiências prévias.

O G3 afirmou que “há mais de um objeto”, no entanto, trouxeram mais informações, por exemplo, de que chegaram a essa conclusão por meio do som da caixa. De todo modo, o comando do questionário já esclarecia que a caixa continha vários objetos de naturezas diferentes.

Também se encontra o obstáculo verbal, mesmo não sendo o foco dessa investigação. Baseado nos dados apresentados, pode-se afirmar que todos os grupos apresentam algum nível de dificuldade, seja pelo emprego de termos coloquiais em lugar de termos científicos, seja pelo uso equivocado de termos científicos.

Algo interessante a comentar é que, no dia em que foi feita a dinâmica das caixinhas ou caixa de pandora, os alunos se mostraram pouco atraídos por realizá-la, mas com um pouco de incentivo e questionamento começaram a fazer e logo ficaram empolgados em descobrir o que tinha na caixa. Nessa dinâmica, na posição de pesquisadora, optei por não abrir as caixas que estavam com os grupos, o que deixou os alunos muito agitados e curiosos, mas expliquei que a ciência ocorre de maneira análoga: nem sempre enxergamos aquilo que pretendemos desvendar, é preciso observar, criar hipóteses, traçar estratégias e sempre questionar aquilo que estão construindo como objeto oriundo da ciência, construindo e sempre reconstruindo, produzindo argumentos (KASSEBOEHMER *et al*, 2015).

Ao final da dinâmica, os cinco grupos expuseram que era um pouco difícil construir uma ideia científica, já que, assim como na caixa de Pandora, eles não viram nada e foi difícil construir hipóteses e observar bem as evidências quanto mais em um fenômeno químico. Entretanto, isso poderia ser muito desafiador e divertido, além de refletir sobre a importância da ciência, dos cientistas e das diversas pesquisas realizadas nas mais diversificadas áreas. (KASSEBOEHMER *et al*, 2015). Um grupo relatou, conforme diário de campo, ficar mais feliz em saber que os cientistas poderiam ser de qualquer área de conhecimento, já que eles pensavam que os cientistas só eram da área de Ciências Naturais, Química e Biologia, e que mesmo sendo um dentista ou agrônomo, podia ser um cientista e não necessariamente ter cara de “leso” ou *nerd* e ficar de jaleco branco o tempo todo misturando as mais diversas soluções.

4.3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS - ADAPTAÇÃO

Como proposto na metodologia, realizou-se um minicurso com duração de 35h para coletarmos dados e elucidar a questão de pesquisa, contando com um grupo de 15 alunos. Procedeu-se de forma que realizamos a SD-1/sequência didática 1 (APÊNDICE 6), quando se aplicou o questionário inicial e obteve-se as primeiras impressões sobre as transformações químicas e os obstáculos epistemológicos, e em seguida discutiu-se o papel da ciência, dos cientistas e a importância de realizar pesquisas científicas, não só na Química como em diversas áreas. Em seguida, na SD-2, discutiu-se os conceitos químicos e técnicas de laboratório.

Trabalhando com experimentação investigativa foi necessário dar subsídios para que os alunos pudessem obter sucesso nas investigações que viriam, pois não estavam habituados a trabalhar da maneira proposta.

Na abordagem investigativa, o aluno desempenha papel fundamental na construção do conhecimento, sendo submetido a propor e testar hipóteses, além de ter que tomar decisões para resolver um determinado problema (GIL-PERES, 1996; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Assim, o aluno terá participação efetiva no reconhecimento de fenômenos e progresso para desenvolver o espírito científico no que tange às transformações químicas, além de nos dar meios para desenvolver atividades que demonstrem tais evidências (BACHELARD, 2005).

Como comentado, foi necessário realizar algumas ações para que os alunos pudessem tomar decisões nas investigações realizadas, assim teriam que ter conhecimentos referente aos conceitos e técnicas empregadas (SD-2) nas atividades experimentais investigativas (GIL-PERES, 1996; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Diante disso, foram discutidos conceitos químicos, físicos e matemáticos, utilizados durante o minicurso, entre eles propriedades e características dos materiais, representação das substâncias e equações químicas, densidade de líquidos e gases, segurança no laboratório, técnicas de manuseio e tipos de vidrarias e leitura de volumes.

Todos esses conceitos foram trabalhados de forma expositiva-dialogada e tiveram papel importante durante o minicurso, pois durante essas abordagens comentou-se sobre as características e principais aplicações dos componentes químicos que seriam utilizados nas atividades investigativas. Realizaram-se, também, algumas atividades experimentais tradicionais para que os alunos se familiarizassem com procedimentos laboratoriais

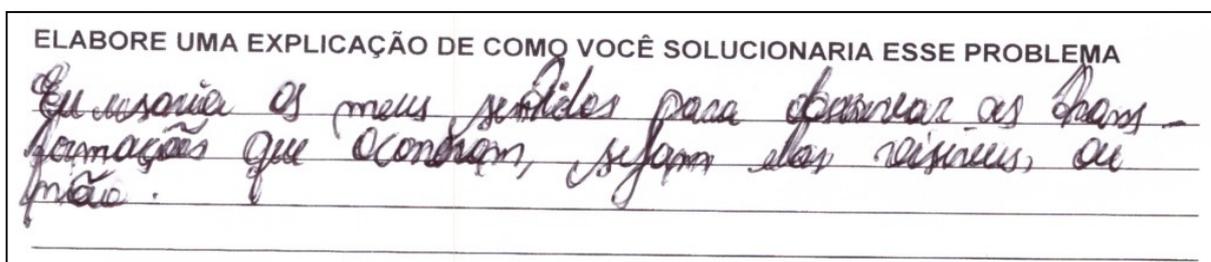
(SANTOS-MALDANER, 2010). Nessa fase, cometeram alguns equívocos em relação à compreensão de alguns conceitos, como volume e suas medidas, e densidade, mas logo foi sanado através de explicações teóricas.

Os encontros eram realizados no turno da tarde e durante o tempo disponibilizado pela professora regente, e que a participação nessa etapa contava com cerca de 15 alunos, variando os quantitativos ao longo dos encontros, visto que muitos desenvolviam atividades diferentes no turno da tarde.

Em outro encontro, deu-se continuidade à SD-3, atividade experimental investigativa, e por se tratar da primeira atividade investigativa, optou-se por realizar uma atividade experimental simples e de baixo grau de investigação. Assim, apresentamos o seguinte problema: você está recebendo uma amostra de um ácido (ácido muriático) e uma base (soda cáustica) com as mesmas concentrações e volumes. Como você faria para identificar se houve algum tipo de mudança ou transformação?

Para isso, passou-se uma folha de atividade (APÊNDICE 8) que continha o problema e solicitou-se que escrevessem individualmente explicações para solucionar o problema e propostas para realizar um procedimento experimental que elucidaria o problema, além de prepara-los para identificar as transformações químicas que poderiam acontecer e em seguida foram organizados em grupos de 3 a 4 componentes, procedendo à execução das atividades (CASTORINA, 2010).

Abaixo fragmento de explicações e propostas experimentais retirados da folha de atividade adaptativa-aluno P14:



“Eu usaria os meus sentidos para observar as transformações que ocorriam, sejam elas visíveis, ou não.” **ALUNO P 14**

Conforme o problema proposto, o aluno P14 usaria seus sentidos para identificar uma possível transformação química, e demonstrou que talvez nem todas as reações pudessem ser

visíveis, demonstrando um possível entendimento que as transformações químicas ocorrem microscopicamente e que muito das reações não são perceptíveis aos sentidos.

Abaixo fragmento de explicações e propostas experimentais retirados da folha de atividade adaptativa-aluno P28:

<p>A PARTIR DAS SUAS EXPLICAÇÕES PROPONHA UMA ESTRATEGIA EXPERIMENTAL PARA CONFIRMAR A SUA EXPLICAÇÃO.</p> <p>Descreva o experimento:</p> <p><i>Colocaria ácido muriático com a soda cáustica e observaria se houve ou não uma mudança, se sim, colocaria o sal para neutralizar (CAL)</i></p>

“Colocaria ácido muriático com a soda cáustica e observaria se houve ou não uma mudança, se sim, colocaria o sal para neutralizar (CAL).” ALUNO P28

As propostas de experimentos foram parcialmente coerentes, conforme explicação do aluno P28 que, a partir dos materiais fornecidos, procederia à manipulação dos dois componentes e observaria se haveria alguma mudança, acrescentando o que, segundo ele, seria um “sal” chamada cal. Observamos na fala de P28 um erro conceitual ao confundir o óxido de cálcio, vulgarmente conhecido como cal com outra componente, além de afirmar que seria necessária uma neutralização, reação que já ocorre ao utilizar os reagentes citados.

Ressalta-se que esse experimento foi realizado com intuito de preparar o aluno a realizar atividades investigativas e o familiarizar com a propositura de hipóteses e estratégias que fazem parte do processo, visando melhor desempenho do aluno nas atividades posteriores (OLIVEIRA, 2009; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Nesse experimento investigativo de adaptação, os alunos demonstraram certa facilidade em resolver o problema e propor procedimentos mesmo tendo relatado durante a discussão nunca ter usado alguns dos tipos de vidraria ou manipulado certas substâncias propostas no problema. Após a prática realizada, comentou-se os procedimentos e os grupos formados relataram que seria importante observar os experimentos na fase inicial e final.

Após essa etapa, que deu meios para se familiarizar com experimentação investigativa, matérias, equipamentos e técnicas de laboratório, iniciaram-se os experimentos investigativos com o tema transformações químicas - evidências de reação.

4.4 SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1 – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS – NOVOS MATERIAIS (SD-4)

Bachelard (2005) alerta acerca da importância de realizarmos atividades significativas aos alunos, que os façam refletir sobre a natureza da ciência e problemas sobre a construção do conhecimento, pois a falta de problematização e a falta de constante vigilância no que está sendo ensinado e o que está sendo aprendido podem gerar entraves à aprendizagem. Outro ponto de consideração é a forma como um conceito é transmitido ou uma prática mal realizada podem reforçar o aparecimento de barreiras ao conhecimento.

A maneira como o conhecimento é ensinado delinea “verdades descobertas pelos seres humanos” o que pode desenvolver obstáculos bachelardianos ao processo de aprendizagem dos alunos (KASSEBOEHMER *et al*, 2015), assim, são necessárias atividades problematizadoras que permitam ao aluno questionar seus conhecimentos e reconstruí-los continuamente (BACHELARD, 2005; 2008). Nessa linha, a abordagem investigativa implica entre outros aspectos, planejar as investigações, usar montagens experimentais para coletar dados, seguido de interpretação e análise (OLIVEIRA *apud* HOFSTEIN e LUNETTA, 2009).

Borges (2002) ressalta que o progresso no desenvolvimento dos alunos e a criação de habilidades não imediatas frente às atividades experimentais investigativas são um processo que requer mais tempo e desenvolvimento, sendo necessário uma adequação ao nível de investigação que se pretende chegar com o aluno. Esse autor classifica os níveis de investigação, conforme o Quadro 4:

Quadro 4: Níveis de investigação no laboratório de Ciências

INVESTIGAÇÃO	PROBLEMAS	PROCEDIMENTOS	CONCLUSÃO
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges (2002)

Borges (2002) aponta que as primeiras atividades investigativas realizadas devem ser mais simples e realizadas em grupos pequenos para maior possibilidade de sucesso, e em

seguida deve-se aumentar o nível de investigação e, por consequência, a complexidade das atividades. Nesta pesquisa, optou-se por usar os níveis 1 e 2 de investigação.

Para desenvolver a SD-4, começou-se a dialogar sobre a tecnologia atual e perguntou-se aos alunos se o estudo e desenvolvimento da ciência Química teriam contribuído para o progresso tecnológico? Os participantes foram enfáticos em dar uma resposta positiva, inclusive um aluno *citou a duração das baterias de celulares e o tamanho que reduziu*. Procedeu-se mostrando alguns vídeos que relacionavam a ciência Química e o progresso tecnológico a partir de produção de novos materiais, por meio de transformações químicas.

Além dos vídeos e discussões sobre a questão acima, foi repassado aos alunos uma folha de situação investigativa I (APÊNDICE 9), que discorria sobre o comentado de modo contextualizado, além de trazer questões que solicitavam ao aluno a elaboração de hipóteses e estratégias para a futura investigação (KASSEBOEHMER *et al*, 2015). O problema de investigação proposto foi: Imagine que você é um grande cientista e o mundo precisa de sua ajuda para produzir novas substâncias e melhorar a qualidade de vida da população. Utilizando seus conhecimentos de Química como você faria para produzir novos materiais?

Na folha de situação didática desenvolvida para esse experimento (APÊNDICE 9), deixou-se claros os objetivos pretendidos, bem como fornecidas três pistas, somente materiais disponíveis que seriam utilizados nos procedimentos, e ressaltou-se a importância da propositura das hipóteses e estratégias para uma investigação científica (GIL-PEREZ, 1996; KASSEBOEHMER, 2011).

Logo que os alunos começaram a atividade investigativa I e a propor alguma hipótese e estratégia para resolver o problema, notou-se um comportamento de inquietação e insegurança e, então, passaram a pedir ajudar para resolver à questão problematizada, surgindo afirmações como: *“esse negócio é muito difícil!”*, *“Por que a senhora não pode dar um roteiro pra gente? Seria mais fácil!”*, *“ei será que tô fazendo certo?”*, *“me diz ai como é que faz!”*.

Percebeu-se que enfrentaram certas dificuldades para propor as hipóteses e procedimentos para resolver o problema, mesmo já tendo realizado atividade semelhante, no entanto, o fato ocorrido se justifica porque não estão acostumados à metodologia adotada se colocando em posição passiva para receber sempre todas as informações (GUIMARÃES, 2009).

Abaixo foram extraídas algumas falas relacionadas às hipóteses e estratégias propostas da folha de investigação 1:

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

A pilha comum possui muitas substâncias tóxicas, portanto pensamos uma pilha natural, usando os elementos da batata, pois ela tem muita energia. Energia capaz de ligar uma calculadora.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.

Pegariamos um sólido não poluente e colocaríamos os sais que a batata possui onde juntaríamos os ânions e os cátions que produziram energia elétrica capaz de ligar um eletrônico.

“A pilha comum possui muitas substâncias tóxicas, portanto pensamos uma pilha natural, usando os elementos da batata, pois ela tem muita energia. Energia capaz de ligar uma calculadora”. **ALUNO P2**

“Pegariamos um sólido não poluente e colocaríamos os sais que a batata possui onde juntaríamos os ânions e os cátions que produziram energia elétrica capaz de ligar um eletrônico”. **ALUNO P2**

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Para os mdes, novos medicamentos. Para a produção dos discos (♥), adicionaria na produção do material, alguma substância que deixe o disco mais resistente e com maior durabilidade.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.

“Para os mdes, novos medicamentos. Para a produção dos discos (♥), adicionaria na produção do material, alguma substância que deixe o disco mais resistente e com maior durabilidade”. **ALUNO P14**

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Tentaria trabalhar com os conceitos que eu aprendi, tentar procura uma solução que venha beneficiar à todos, Pegar as substancias e tentar criar algo que venha revolucionar, Procuraria substâncias e usaria a física e a Biologia com uma base para solucionar.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.

Procuraria lugares nunca vistos por um cientista ou no mar, encontraria uma substância desconhecida procuraria seu benefício e tentaria criar algo com ela ou misturar com substâncias conhecidas para ver o resultado, se iria ou não nos beneficiar

“Tentaria trabalhar com os conceitos que eu aprendi, tentar procurar uma solução que venha beneficiar à todos, pegar as substancias e tentar criar algo que venha revolucionar, procuraria substâncias e usaria a física e a biologia como uma base para solucionar”.

ALUNO P31

“Procuraria lugares nunca visto para um cientista ou no mar, encontraria uma substância desconhecida procuraria seu benefício e tentaria criar algo com ela ou misturar com substancias conhecidas para ver o resultado, se ira ou não nos beneficiar”. **ALUNO P31**

Observou-se, nas propostas de hipóteses dos alunos, algumas parcialmente coerentes como no caso do aluno P2, que poderia encontrar uma maneira de aproveitar a matéria da batata e produzir uma nova solução eletrolítica que produzisse menos resíduos químicos poluentes e outras pouco consistentes ou que não propuseram nenhuma hipótese apenas comentaram a questão colocando o que fariam para melhorar o planeta como no caso de P14 e P31. Quando se partiu para análise de estratégia, descreveram apenas as finalidades do que desejavam fazer.

Os procedimentos sugeridos pelos 15 sujeitos da pesquisa foram incoerentes com as propostas de hipótese, além de que poderiam resolver o problema baseado nos diálogos realizados e produção textual fornecido. Notou-se também uma ideia errônea na hipótese de P2 ao falar que *“colocaríamos aos sais que a batata possui ânions e cátions.”* não entendendo que a matéria que compõe a batata já possui esses elementos e que é necessário

outros dispositivos para completar o processo e ocorrer uma possível corrente elétrica. Outro ponto interessante a comentar é que o referido aluno entende que a palavra *natural* é adjetivo para algo que representa somente fatores positivos, demonstrando um possível obstáculo verbal, não objeto de nossa investigação, mas algo importante para tal estudo, além do substancialismo ao dizer que a batata possui muita energia (BACHELARD, 2005), talvez relacionando ao fato do alto valor calórico presente na digestão desse alimento.

Após entregar as sugestões de hipóteses e estratégias, foi discutido o procedimento proposto e os grupos perceberam a inconsistência quanto às propostas.

Então discutimos novamente sobre o problema proposto e colocou-se à disposição os materiais e procedimentos, a partir daí os estudantes realizaram o procedimento para criação de novos materiais; nesse momento, mostraram-se um pouco mais empolgados, pois disseram que estava sendo muito desafiador ficar propondo hipóteses e estratégias. Ao realizar o procedimento, ficaram um pouco receosos, pois temiam fazer algo errado, sobre isso se explicou que o erro faz parte do processo de investigação e também geram aprendizagem (BACHELARD, 2005; OLIVEIRA, 2009). Visto que a investigação era do tipo 1, todos conseguiram realizar o procedimento investigativo.

Em seguida, dando continuidade à situação didática planejada, foi distribuída a folha de atividades I (APÊNDICE 12), com alguns questionamentos propostos para poder analisar à luz da perspectiva bachelardiana como os estudantes do ensino médio na cidade de Manaus explicam as transformações químicas a partir da evidência de formação de novos materiais. As respostas foram organizadas em 3 categorias: evidência, representação e explicação, conforme explicitado nos Quadros 5, 6, 7 e 8 abaixo:

Quadro 5 – Respostas aluno P2

EVIDÊNCIA	<p>A cor ficou mais forte assim que o sulfato de cobre entrou em contato com o hidróxido de sódio. e as bolinhas permaneceram e não dissolveram.</p> <p>“A cor ficou mais forte, assim que o sulfato de cobre entrou em contato com o hidróxido de sódio. E as bolinhas permaneceram e não dissolveram”.</p>
REPRESENTAÇÃO	$\text{NaOH}_{(aq)} + \text{CuSO}_4_{(aq)} \rightarrow \text{NaOH}_{(aq)} + \text{CuSO}_4_{(aq)} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4_{(aq)}$ <p style="text-align: center;"> hidróxido sulfato hidróxido sulfato de de de de sódio cobre cobre de de de de </p>
EXPLICAÇÃO	<p>A mistura de várias substâncias.</p> <p>“A mistura de várias substâncias”.</p>

Fonte: pesquisa de campo.

O aluno P2 relatou que, como evidência, observou uma coloração mais intensa e a formação de bolinhas que não se dissolveram, sempre tentando explicar através de algo concreto, comparando o composto insolúvel às bolinhas. Ao explicar o que era uma reação química, disse apenas que era uma mistura de substâncias, demonstrando que respondeu à questão sem a devida reflexão, pautado apenas em seu realismo ingênuo e nas primeiras impressões, ou seja, explicações fornecidas rapidamente após primeiro contato e colocado acima da crítica (BACHELARD, 2005; KASSEBOEHMER *et al*, 2015; LOPES, 2006).

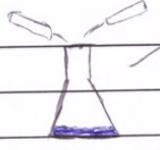
Quadro 6 – Respostas aluno P14

EVIDÊNCIA	<p>Através das mudanças de estado físico que são macroscópicas, ou seja, podem ser vistas a olho nu. Tais como a cor, cheiro etc.</p> <p>“Através das mudanças de estado físico que são macroscópicas, ou seja, podem ser vistas, a olho nu. Tais como a cor, cheiro etc.”</p>
REPRESENTAÇÃO	$\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ <p>hidróxido de sódio sulfato de cobre hidróxido de cobre sulfato de sódio</p>
EXPLICAÇÃO	<p>Por causa da mistura das diferentes substâncias.</p> <p>“Por causa da mistura das diferentes substâncias.”</p>

Fonte: pesquisa de campo.

Observou-se, na resposta do aluno P14, que ele respondeu baseado no aparente concreto, nas ilusões, ao relacionar as evidências a transformações físicas (ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998). Quanto a isso, Bachelard (2005) faz refletir que o aluno possui o obstáculo epistemológico do realismo, e como essas barreiras são polimorfos. Também se pode afirmar que só as imagens foram suficientes para explicar sobre as transformações químicas, ou seja, na experiência primeira que ele teve ao praticar o experimento químico, configurando outro obstáculo epistemológico. Apesar de o experimento ter sido trabalhado de modo investigativo, fazendo o aluno refletir mais sobre o conteúdo aprendido (BORGES, 2002; OLIVEIRA, 2009).

Quadro 7 – Respostas aluno P31

EVIDÊNCIA	Pela cor: Pelo cheiro e aparência da substância “Pela cor: pelo cheiro e aparência da substância.”
REPRESENTAÇÃO	 <p>misturando as duas substâncias que é o hidróxido de Sódio e sulfato de cobre e na formamos uma substância nova.</p> $\text{Na OH} + \text{Cu SO}_4 \rightarrow \text{Cu (OH)}_2 + \text{Na SO}_4$
EXPLICAÇÃO	<p>A partir da reação (mistura) das substâncias que formou uma só, com suas próprias características elas iam se agrupar e formar uma molécula ou ^{um} átomo.</p> <p>“A partir da reação (mistura) das substâncias que formou uma só, com suas próprias características e elas iam se agrupar e formar uma molécula ou átomo.”</p>

Fonte: pesquisa de campo.

A resposta do aluno P31 indica que houve evidência de cor, cheiro e mudança de aparência na substância e sua explicação para tal transformação foi uma simples mistura que ocorreu e formou outro composto químico.

O quadro 8 são mostradas somente a explicação dos alunos P17, P20 e P30 sobre transformação química envolvendo a formação de novos materiais.

Quadro 8 – Respostas alunos P 17, P20 e P30

EXPLICAÇÃO - P20	<p><i>A coloração da mistura mudou com a presença (presença de partículas brancas). Esse aspecto foi porque o sódio dissolveu e o cobre por ser insolúvel não.</i></p> <p>“A coloração da mistura mudou com a presença (presença de partículas brancas). Esse aspecto foi porque o sódio dissolveu e o cobre por ser insolúvel não.”</p>
EXPLICAÇÃO - P26	<p><i>por que teve uma Mudança de coloração essas são uma das características de transformação</i></p> <p>“por que teve uma mudança de coloração essas são uma das características de transformação.”</p>
EXPLICAÇÃO - P30	<p><i>depois da transformação, a substância se transformou em uma só.</i></p> <p>“a partir do transformação, a substância se transformou em uma só.”</p>

Fonte: pesquisa de campo.

Como na explicação do aluno P31, os alunos P17, P20 e P30 pautaram suas suas explicações no real aparente, nas primeiras impressões. Além de algumas incoerências conceituais ao dizer que uma reação química é uma mistura, o que sabemos serem conceitos diferentes à luz das literaturas. Mostrando um comportamento rígido e ingênuo diante do fenômeno apresentado, não científico, traduzindo as necessidades de respostas em conhecimento (BACHELARD, 2005; KASSEBOEHMER *et al.*, 2015). Apesar das explicações os alunos muito se empenharam em realizar as atividades e responder as folhas de atividade da melhor forma possível.

Observou-se que o aluno usa seu repertório de conhecimento pautado no realismo ingênuo para justificar as respostas sem as devidas reflexões, trazendo à tona suas concepções alternativas que comprometem a apreensão de conceitos científicos causando os obstáculos epistemológicos à aprendizagem (BACHELARD, 2005; KASSEBOEHMER, 2011; ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998).

Um ponto bastante positivo nas explicações dos alunos foi a forma de representação das reações químicas que, em sua maioria, estava em conformidade com a literatura vigente; entretanto, também funcionou como ponto para reflexão, pois, mesmo escrevendo as reações químicas e observando que algo diferenciado do estado inicial foi formado, suas explicações

se fixaram apenas nas imagens e/ou fenômenos observados. Logo, a formação de hipóteses e discussão em grupo sobre essas ideias, bem como a discussão e reflexão nos resultados obtidos se fazem muito necessárias para o ensino-aprendizagem (KASSEBOEHMER, 2011; OLIVEIRA, 2009, ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

4.5 SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1– ENTREVISTA 1 – (SD-5)

Após análise dos resultados das folhas de atividades 1, elaborou-se um roteiro de entrevista semiestruturada (APÊNDICE 15), com questões gerais sobre o conteúdo abordado na situação investigativa 1 e questões específicas sobre transformações químicas que envolviam a formação de novos materiais. Além disso, o roteiro foi estruturado para podermos detectar a presença de possíveis obstáculos da generalização prematura, experiência primeira, substancialista e realista.

Segundo Bogdan e Biklen (2010), “uma entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspetos do mundo.” Anderson e Kanuka (2003) consideram a entrevista como um método único na recolha de dados, por meio do qual o investigador reúne dados, através da comunicação entre indivíduos, dessa forma optou-se por esse tipo de instrumento de coleta de dados, por considerá-lo como meio de se obter dados mais ricos e precisos sobre o pesquisado.

Abaixo, foram elaborados os Quadros 9, 10 e 11 com as principais categorias criadas a partir da entrevista 1- situação investigativa 1. Essa parte da coleta de dados durou cerca de 35 minutos e teve a participação de 4 alunos (representados pelas letras **P**(aluno) e **n**(ordem numérica). O critério adotado para a seleção dos entrevistados foi a voluntariedade.

Quadro 09 – CATEGORIA 2 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1

CATEGORIA 1- ASPECTOS GERAIS – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1		
SUBCATEGORIA 1- PERCEPÇÃO LIGADA AO CONTEÚDO E MÉTODO INVESTIGATIVO		
Unidade 1 Fenômenos	Unidade 2 Hipóteses/estratégias	Unidade 3 Dificuldades
P-1-“[...] a temperatura aumentou e ... fizemos uma nova substância a partir da mistura das duas substâncias.”	P-1-“[...] a gente foi atrás de materiais e criar uma hipótese de como seria feita uma nova substância que iria ajudar a sociedade. Tipo usamos nossos conhecimentos químicos.”	P-1-“Não!, porque eu participei totalmente da experiência.”
P-3-“misturou o sulfato de sódio com um outro negocinho... teve a mistura do sulfato com o hidróxido, ficou uma outra cor, uma nova substância, também teve...como se diz?.a separação de liquido e sólidos.	P-3-“Aí pensei no que a senhora tinha falado..”.	P-3-“Não, porque a gente tem uma ótima professora.”
P-4- “formou um sólido, umas bolinhas brancas...a mistura de duas substancias que é sulfato de cobre e o hidróxido de sódio se transformou numa nova substância, ...e o sulfato de cobre se transformou em pequenas partes de sólido.”	P-4-“... Ai pegamos os materiais que tinha e fomos testando, tipo pensando como aconteceria a formação de novas matérias, pensando se formaria ou não outros materiais.”	P-4-“Não, por que eu já tinha aprendido a mexer nos equipamento com a senhora...”

Fonte: pesquisa de campo.

As entrevistas foram categorizadas e divididas em três partes: a primeira versa sobre a explicação do conceito de transformação química, a segunda sobre a criação de hipóteses e estratégias e a terceira sobre o grau de dificuldade que os estudantes poderiam ter tido. Observou-se que os alunos explicaram o conceito de transformações químicas como sendo uma simples mistura, deixando de levar em consideração que para que ocorra uma transformação química deve existir um rearranjo de átomos que compõe o sistema analisado e sua conservação em massa após o experimento (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006; ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998).

Em relação à criação de hipóteses e estratégias, os alunos se mostraram parcialmente coerentes em suas propostas, fato esse que nos mostra a real necessidade de realizar mais atividades investigativas, pois “despertar” habilidades necessárias a uma boa investigação demanda tempo e atividades bem planejadas com objetivos bem definidos (CARRASCOSA *et al.*, 2006; GIL-PEREZ, 1996; KASSEBOEHMER, 2011).

Quando comentado sobre as dificuldades enfrentadas, os alunos foram enfáticos em dizer que não sentiram nenhuma dificuldade, fato não observado durante a coleta de dados, pois, durante o processo, os alunos se mostraram bastante inseguros em propor hipóteses e estratégias, sempre tentando obter alguma resposta da pesquisadora; além disso, pareciam melindrados ao manipular os materiais e reagentes no laboratório, apesar de ter-se tomado as providências a fim de evitar qualquer sinistro.

Em seguida, procedeu-se à análise das questões específicas sobre a sequência didática 5, as quais tratavam da compreensão que os sujeitos da pesquisa tinham sobre uma transformação química envolvendo a formação de um novo material. Para tanto, criaram-se cinco unidades relativas à questão 4 da entrevista que era subdividida em 5 itens e tratava da compreensão sobre transformações. Assim, tem-se as seguintes unidades: na unidade 1, pediu-se aos alunos que descrevessem como transcorreu o experimento; na unidade 2, que relatassem sobre o que mais teria chamado atenção sobre os experimentos; na unidade 3, perguntou-se se, de alguma maneira, os fatos ou imagens do experimento ajudaram a explicar o fenômeno e de que maneira; na unidade 4, procurou-se saber se, para o aluno, algum componente da mistura possuía mais importância que outros no experimento da situação investigada; por fim, na unidade 5, procurou-se saber, especificamente, qual a explicação/compreensão que os alunos tinham para a situação investigativa 1, envolvendo a formação de novos materiais, ou seja como eles explicaram a formação de novos materiais, segundo os conceitos químicos abordados e analisados a partir da epistemologia histórica de Bachelard. Faz-se necessário explicar que essas unidades foram criadas para que pudessem extrair ao máximo e fidedignamente as compreensões que os alunos tinham a respeito da situação investigativa 1.

Ao realizar a transcrição da fala dos sujeitos da pesquisa, foi necessário criar uma subunidade para cada unidade criada, pois, além de observar os conceitos químicos empregados pelos alunos conforme a literatura formal, usou-se as “lentes” de leitura bachelardianas para analisar as falas da entrevista, visto que poderiam emergir obstáculos epistemológicos. Para melhor organização, procurou-se agrupá-las de acordo com as unidades correspondentes. Dessa forma, foram organizadas as falas dos alunos, o que possibilitou a criação do quadro 10, mostrado abaixo:

Quadro 10 – CATEGORIA 2 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1

CATEGORIA 2 - ASPECTOS ESPECÍFICOS SOBRE A SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1		
SUBCATEGORIA 2 - PERCEPÇÃO SOBRE O PROCESSO – TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA		
Tipo de unidade	Transcrição	Subunidade- Possível obstáculo epistemológico
<p>Unidade 1- QUESTÃO 4a</p> <p>Descreva o experimento 1.</p>	<p>P-1- “A gente primeiramente pegou o erlenmeyer, pegamos a pipeta, colocamos 5 ml de sulfato e 5 ml de hidróxido no outro erlenmeyer, é pegamos... misturamos as duas substâncias e formamos a substância nova”. ...<i>Eram 2 tubos de ensaio e somente 1 erlenmeyer.</i>”</p> <p>P-4-“[...] <i>depois colocamos as substâncias no erlenmeyer e depois só observamos a substância que foi criada.</i>”</p>	<p>Realismo</p> <p>Experiência primeira</p>
<p>Unidade 2- QUESTÃO 4b</p> <p>Quais imagens, fatos ou fenômenos mais lhe chamaram atenção?</p>	<p>P-1- “<i>Foi as reações químicas que ocorreu no experimento que foi a mudança de cor, cheiro e a mudança do liquido para o sólido.</i>”</p> <p>P-3-“<i>Observamos a mudança de cor que era um azul, ai depois ficou tipo um azul diferente.[...]Acho que essa mudança de cheiro foi uma mudança nula, porque o cheiro foi o mesmo de antes...não tinha cheiro.</i>”</p> <p>P-4-“<i>mudança de temperatura, mudança de volume, pois ficou com 10ml, e a transformação de liquido para sólido.</i>”</p>	<p>Experiência primeira.</p>
<p>Unidade 3- QUESTÃO 4c</p> <p>De alguma forma essas imagens ou fatos lhe ajudariam a dar explicações? De que maneira?</p>	<p>P-3- “<i>...houve uma reação...química, depois que colamos os 2 coisas dentro foi a imagem que me ajudou a explicar o experimento.</i>”</p> <p>P-4- “<i>Misturando duas substâncias líquidas podemos obter uma substância sólida.</i>”</p>	<p>Experiência primeira</p> <p>Generalização prematura</p>
<p>Unidade 4- QUESTÃO 4d</p> <p>Para você, algum dos componentes/substâncias tinha mais importância que outros no experimento? Por quê?</p>	<p>P-1- “<i>Não! Os dois são importantes porque se não tivesse os dois num ia ter reação.</i>”</p> <p>P-2- “<i>Sim, Tipo se a gente não tivesse o sulfato de cobre não ia ter como fazer o experimento</i>”</p>	<p>Substancialismo</p>
<p>Unidade 5- QUESTÃO 4e</p>	<p>P-1- “<i>Houve a formação de um sólido!</i>”</p> <p>P-4-“<i>A principal evidência que houve foi a</i></p>	<p>Experiência primeira</p> <p>Generalização</p>

Tendo em mente o experimento I, você poderia explicar a evidência de transformação química que envolve a formação de novos materiais ?	<p><i>obtenção de um sólido.</i>”</p> <p>P-1-“<i>Fazendo a mistura de duas substâncias.</i>”</p> <p>P-2-“<i>Bem... eu não sei explicar.</i>”</p> <p>P-3-“<i>... a mistura de duas substâncias líquidas, e depois eles se separam formando uma substância sólida.</i>”</p> <p>P-4-“<i>Bem eu acho que o sólido se formou misturando...as substâncias. Bem eu acho que uma pequena parte do sulfato de cobre ao se misturar ficou sólido, mas com o passar do tempo acredito que fica tudo sólido.</i>”</p>	prematura
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Fonte: pesquisa de campo.

No quadro 10, observaram-se as explicações dos alunos sobre os fenômenos estudados e como esses fenômenos influenciaram em suas respostas acerca da formação de um novo material, ou novo composto químico com suas próprias características.

Segundo as unidades criadas, os alunos deram suas explicações pautados no realismo ingênuo, já que a maioria das explicações estavam voltadas para o nível concreto, também chamado de macroscópico. A formação de novos materiais é encarada, segundo os sujeitos da pesquisa, como uma simples mistura ou ainda uma mudança de estado físico, ou apenas tratada como um “fenômeno que não dá para voltar atrás”, corroborando os apontamentos feitos outras pesquisas já realizadas (CHAGAS, 2001; FINZI *et al.*, 2005; ROSA; PETRUCCI; SCHENETZLER, 1998). Além do apego ao realismo ingênuo e a explicações de acordo com as concepções alternativas, observou-se que o obstáculo da experiência primeira estava fortemente presente nas explicações dos alunos, assim como o aparecimento do obstáculo substancialista e da generalização prematura (BACHELARD, 2005).

Concluindo a análise da entrevista 1, criou-se mais uma categoria para finalizar as explicações, baseado na questão 5 do roteiro de entrevista - *Como você concluiu que houve algum tipo de transformação? Como você explicaria o fenômeno das transformações químicas?* Assim agrupou-se a resposta através de unidades de categorização. Conforme quadro 11, colocado abaixo:

Quadro 11 – CATEGORIA 3- SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 1

CATEGORIA 3- EVIDÊNCIA DE TRANSFORMAÇÃO – NOVOS MATERIAIS		
SUBCATEGORIA 3- COMPREENS./EXPLICAÇÃO FINAL DOS ALUNOS SOBRE AS TRANSFORMAÇÕES.		
Unidade 1- Pouco coerente	Unidade 2 -parcialmente coerente	Unidade 3 - Sem explicação
	P-1- transformação química é aquilo que não dá para voltar atrás, se faz aquilo já era... <i>também houve uma transformação, o sólido e mudança de cor.</i>	
	P-4- <i>“A partir da reação química. Com mudança de cor e temperatura e a formação do negocinho sólido...ou seja, uma coisa que não dá para voltar ao normal...uma reação física volta ao normal.”</i>	

Fonte: pesquisa de campo.

Conforme o quadro 11, os alunos compreendem que as reações químicas são transformações que são totalmente irreversíveis não levando em consideração o equilíbrio dinâmico que ocorre nas reações químicas.

Observou-se que os alunos possuem suas concepções alternativas para explicação das transformações químicas e trazem consigo um repertório de obstáculos epistemológicos como observado no quadro 10. Dentre as explicações dos alunos, limitou-se a observar os obstáculos da experiência primeira, generalização prematura, substancialismo e realismo. É necessário dizer que os obstáculos epistemológicos não configuram falta de conhecimento, mas dificuldades à aprendizagem de conceitos científicos, visto que a Química contemporânea ou Química matemática, como chamou Gaston Bachelard, requer que o aluno possua o pensamento abstrato. Para isso, é necessário romper com as ilusões do real aparente, do conhecimento que lhe é apresentado aos sentidos, não se tratando apenas de mudança metodológica e sim de mudança na formação dos conceitos científicos (BACHELARD, 2005; 2008; KASSEBOEHMER, 20011; LÔBO, 2007; LOPES, 1993; 1995; 2007).

4.6 SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2–TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS – FORMAÇÃO DE GÁS (SD-6)

Para desenvolver a SD-6, procedeu-se mostrando um documentário na forma de vídeo (contidos nas referências bibliográficas) com duração de aproximadamente 27 minutos que tratava da atmosfera e de possíveis transformações químicas que ocorrem nela. A partir desse fio condutor, começamos a falar sobre os principais gases que a compõem e suas propriedades; então, foi perguntado aos alunos se algum daqueles elementos presentes na atmosfera poderiam contribuir de maneira positiva para o meio ambiente? Os alunos ficaram em silêncio e, em seguida, um deles comentou que sim, *“através da produção de energia que talvez possibilitasse menos poluição se fosse usado como combustíveis para automóveis”*. Após a fala desse aluno, comentamos sobre as diversas aplicações do hidrogênio, dentre elas a produção de energia em processos industriais.

Além do vídeo e de discussões sobre a questão acima, foi repassada aos alunos a folha de investigação 2 (APÊNDICE 10) que discorria sobre o comentado de modo contextualizado, além trazer questões que solicitavam que o aluno elaborasse hipóteses e estratégias para a investigação que viria. O problema de investigação proposto foi: como é possível obter grandes quantidades de gases que naturalmente são encontrados em baixas concentrações na atmosfera?

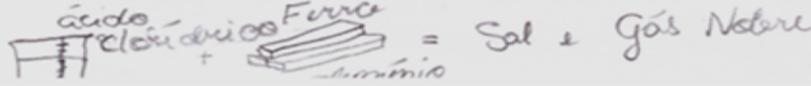
Na folha de situação didática desenvolvida para esse experimento (APÊNDICE 10), os objetivos pretendidos foram esclarecidos e fornecidas duas pistas: a relação de materiais disponíveis que poderiam ou não serem utilizados, e procedimentos experimentais. Mais uma vez, ressaltou-se a importância da propositura das hipóteses e estratégias para uma investigação científica (GIL-PEREZ, 1996).

Logo que os alunos começaram a realizar a atividade, começaram reclamações do tipo, *“ah professora esse tipo de experimento é muito difícil!”*, *“nesse experimento temos que descobrir quase tudo! Ah a senhora faz a gente pensar demais...”* mas mesmo com as reclamações, o que é compreensível pois foram tirados de suas zonas de conforto, fizeram proposições, algumas relatadas abaixo:

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Utilizando ácidos e metais para produzir grandes quantidades de gases. Por exemplo os ácidos sulfúrico e nítrico com ferro, cobre ou estanho.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.



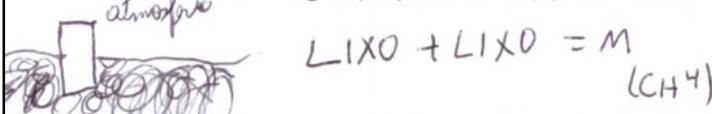
“Utilizando ácidos e metais para produzir grandes quantidades de gases. Por exemplo os ácidos sulfúrico e nítrico com ferro, cobre ou estanho” **ALUNO P20**

“ácido clorídrico + ferro/alumínio = sal e gás nobre”. **ALUNO P20**

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Podemos obter o Metano que é encontrado nos lixões; Podemos conseguir uma grande quantidade produzindo lixo; Para obter esse gás temos que colocar um cano de 100 mm na superfície depois de mais ou menos 3 dias o gás começa a sair; e o metano pode ser transformado em um biogás!

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.



“Podemos obter o metano que é encontrado nos lixões; Podemos conseguir uma grande quantidade produzindo lixo; para obter esse gás temos que colocar um cano de 100mm na superfície depois de mais ou menos 3 dias o gás começa a sair; e o metano pode ser transformado em um biogás.” **ALUNO P26**

Quanto às hipóteses e estratégias propostas pelos respondentes, houve uma evolução em relação a primeira situação investigativa, pois havia maior coerência na propositura de hipótese e estratégia, como observou-se nas respostas dos alunos P20 e P26. Mesmo ocorrendo falhas conceituais, como no caso da representação do aluno P20, que colocou como produto um gás nobre, a partir de uma reação química entre um ácido inorgânico e um metal. Além da representação incorreta que o aluno P26 fez do gás metano e da representação de unidade de medida de comprimento em milímetros.

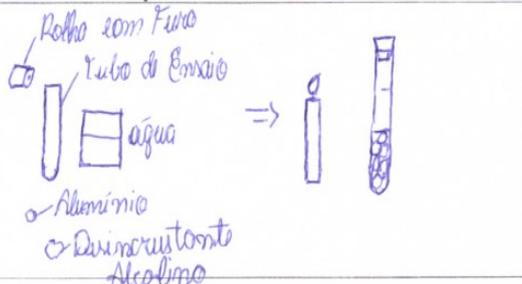
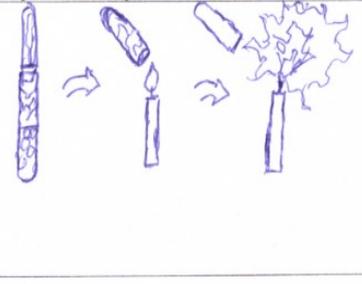
Para que o aluno possa construir conceitos científicos, é necessário que ele faça atividades que reflitam o processo de construção da ciência, logo é fundamental que o aluno participe de atividades experimentais com a possibilidade de elaborar e testar hipóteses, discutir os resultados e tirar suas conclusões. Isso possibilita a aproximação do contexto escolar do discente com as atividades científicas, além de possibilitar o amadurecimento na forma de reflexão e construção de um pensamento mais abstrato (CARRASCOSA *et al.*, 2006; KASSEBOEHMER, 2011; OLIVEIRA, 2009)

Após entregar as sugestões de hipóteses e estratégias, foram discutidos os procedimentos propostos e comentou-se que as propostas estavam mais coerentes, mas não exequíveis naquele contexto. Desse modo, os estudantes partiram para execução da prática, concordando com a ideia proposta por P20, mas substituindo os materiais, pelos disponibilizados e analisando as etapas dos procedimentos disponibilizados que seriam usados (BORGES, 2002).

Os alunos demonstraram grande satisfação em participar desse experimento, mas ficaram melindrados ao manipular os reagentes e as vidrarias selecionadas; somente após várias perguntas e diálogo sobre o processo realizado, terminaram.

Em seguida, dando continuidade às situações didáticas planejadas, a folha de atividades (APÊNDICE 13) foi entregue com alguns questionamentos propostos para poder analisar à luz da perspectiva bachelardiana como os estudantes do ensino médio na cidade de Manaus explicam as transformações químicas a partir da evidência de formação de gás. As respostas foram organizadas em três categorias anteriormente usadas, como ilustra o Quadro 12.

Quadro 12 - Resposta do aluno P20

EVIDÊNCIA	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Antes do experimento</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>Após o experimento</p>  </div> </div> <p>Sim, Borbulhamento, mudança de cor, mudança de odor e aspecto da mistura.</p> <p>”sim, borbulhamento, mudança de cor, mudança de odor e aspecto de mistura.”</p>
REPRESENTAÇÃO	$2 \text{Al}_{(s)} + 2 \text{NaOH}_{(aq)} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaAlO}_2 + 3 \text{H}_2 \uparrow$ 
EXPLICAÇÃO	<p>Por conta da combustão.</p> <p>”Por conta da combustão.”</p>

Fonte: pesquisa de campo.

Notou-se que, na explicação do aluno P20, o processo foi realizado de modo mais próximo do correto, através dos desenhos feitos na categoria evidência, além da própria explicação que indicou que houve reação pelo fato de ocorrer mudança de cor, “borbulhamento”, dentre outros. Quando observamos as categorias representação e explicação, percebemos que ele equacionou a reação segundo a literatura, mas, ao representar por meio de desenhos, não conseguiu diferenciar que algumas substâncias como o hidróxido de sódio e água eram constituídos por átomos com características e quantidades diferentes. Tal fato nos leva a inferir que, mesmo o aluno sabendo representar a equação, ele faz isso sistematicamente ou por meio de fixação da equação já vista em outras aulas, mostrando que, na mente do educando, se configura de maneira diferente, pautado apenas no senso comum, mostrando o que Bachelard chamou de obstáculo realista (BACHELARD, 2005).

Outro ponto de interesse foi que o desenho dele (na categoria evidências) nos mostrou que existem dois tubos de ensaio: um, posicionado abaixo, possui uma rolha acoplada com

um buraco e o tubo superior é posicionado apenas com o intuito de coletar algo. Ao pegar o tubo coletor e posicionar uma vela acesa próxima, uma chama é produzida, no entanto, quando perguntamos como explicar a reação química com formação do gás, ele respondeu que ocorreu através da combustão, indicando que, ao dar sua resposta, não refletiu sobre o processo e respondeu exclusivamente na percepção que teve em primeira mão, sem propor análises mais profundas, mais abstratas ou mais gerais, e sem apresentar novas ideias, demonstrando o obstáculo da experiência primeira (BACHELARD, 2005; CHAGAS, 2001).

No quadro 13, colocado abaixo trazemos as compreensões do aluno P26:

Quadro 13- Resposta do aluno P26

EVIDÊNCIA	<p><i>Sim, a água ficou Preta, teve uma fermentação, varias Bolhas e ficou quente</i></p> <p><i>a partir da Mudança de Cor, foi formado um gás que pode fazer Pegar fogo</i></p> <p>Aqui achamos interessantes colocar as duas respostas fornecidas pelo aluno.</p> <p>1-“sim, a água ficou preta, houve uma fermentação, varias bolhas e ficou quente.”</p> <p>2-“a partir da mudança de cor, foi formado um gás que pode fazer pegar fogo.”</p>
REPRESENTAÇÃO	$2Al_{(s)} + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$ <p style="text-align: center;"><i>alumínio de sodio</i></p>
EXPLICAÇÃO	<p><i>a partir das misturas de substâncias que acabam formando gás hidrogênio</i></p> <p>“a partir das misturas de substâncias que acabam formando gás hidrogênio.”</p>

Fonte: pesquisa de campo.

O aluno P26 apresentou uma explicação representacional clara, talvez porque tenham visto aulas sobre as principais reações envolvendo o hidrogênio, mas, quando analisou as respostas na categoria evidência, disse que a água ficou preta e houve uma “fermentação”, pelo fato de ter surgido as bolhas e, porque houve mudança na cor, formou um gás inflamável.

A respeito das explicações do aluno P26, observam-se possíveis obstáculos epistemológicos da experiência primeira e generalização prematura. Quando o aluno refere-se à efervescência como “fermentação”, indica-se que bastou o surgimento de bolhas que podemos generalizar e indicar que há fermentação, o que, no caso, era a reação química entre o alumínio e o hidróxido que origina o gás hidrogênio e aluminato. Já no caso da explicação sobre o investigado, afirmou que houve a formação do gás hidrogênio apenas por misturar os reagentes, apontando que não houve reflexão na resposta (BACHELARD, 2005; CHAGAS, 2001; ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998).

Os demais alunos também contribuíram com respostas semelhantes, explicando a situação investigativa II apenas como uma mistura para formar gás ou uma combustão pelo fato de um gás contido no tubo de ensaio inflamar ao ser aproximado de uma vela acesa, demonstrando que tem conhecimentos, mas falta um pouco mais de reflexão e discussão sobre os erros, “que não gera nenhum tipo de condenação no aluno”, para melhorar o processo de aprendizagem (BACHELARD, 2005, 2008; KASSEBOEHMER *et al.*, 2015).

4.7 SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2– ENTREVISTA 2 – FORMAÇÃO DE GÁS (SD-7)

Abaixo, elaborou-se um quadro com as principais categorias criadas a partir da entrevista 2 - situação investigativa 2. Essa parte da coleta de dados durou cerca de 30 minutos e teve a participação de 3 alunos. O critério de organização e categorização adotado foi semelhante ao anterior - Situação Investigativa1 - Entrevista semiestruturada 1, e a análise dos dados contou também com as anotações contidas no diário de campo por meio das observações realizadas. Os resultados obtidos são expressos em termos das categorias estruturadas nos quadros 14, 15, 16 abaixo.

Quadro 14 – CATEGORIA 1- SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2

CATEGORIA 1- ASPECTOS GERAIS – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2		
SUBCATEGORIA 1- PERCEPÇÃO LIGADA AO CONTEÚDO E MÉTODO INVESTIGATIVO		
Unidade 1 Fenômenos	Unidade 2 Hipóteses/estratégias	Unidade 3 Dificuldades
P-1-“ <i>silêncio... tipo eu aprendi que essas substâncias ajudam muito a gente. Tipo se for embora a luz e tiver magnésio a gente pode fazer uma luz.</i> ”	P-1- “ <i>É que quando a gente foi lendo a folha a gente foi criando uma ideia, o raciocínio do que a gente precisava ter, o que a gente tinha que usar.</i> ”	P-1- “ <i>Não... Pedimos a ideia dos outros e chegava e entendia</i> ”.
P-2- “[...] <i>essas transformações só ocorrem quando alguma substância é misturada a outra e forma uma nova substância que ocorre uma reação química...né!?</i> ”	P-2- “ <i>A partir das leituras nós tivemos um conhecimento superficial do que poderia acontecer.</i> ”	P-2- “ <i>Não foi porque houve uma inclusão, mesmo pela sua parte de ter nos auxiliado durante os experimentos até mesmo antes...</i> ”
P-3- “ <i>silêncio.. .eu aprendi que nós devemos ter muito cuidado com o material que vamos usar...[]</i> ”	P-3- “ <i>a gente pensou no que poderia acontecer...</i> ”	P-3- “ <i>não, a senhora nos ajudou muito mas também pedimos a opinião dos nossos colegas ao redor e cada um dava uma ideia e por meio dessas ideias acabávamos chegando numa conclusão.</i> ”

Fonte: pesquisa de campo.

Os discentes respondentes nessa entrevista responderam na categoria 1, relativo a questões gerais da situação investigativa II, que as transformações químicas são misturas às quais se adicionam substâncias diferentes, indicativo de obstáculo da experiência primeira (BACHELARD, 2005). Além disso, não relataram grandes dificuldades para realizar os procedimentos; no entanto, quando se pediu para propor as hipóteses estratégias, observou-se grande dificuldade dos alunos em obter gases contidos na atmosfera e somente a partir da junção de todas as hipóteses propostas e discutidas amplamente se chegou a uma possível

<p>essas imagens ou fatos lhe ajudariam a dar explicações? De que maneira?</p>	<p>P-2-“O fato de ter esquentado o tubo de ensaio pode explicar a maneira com que o gás foi subindo, à medida que o gás foi subindo...para o outro tubo de ensaio...[].”</p> <p>P-3-“...só olhando a gente não sabe o que realmente aconteceu, tem que ter uma explicação mais aprofundada.”</p>	
<p>Unidade 4- QUESTÃO 4d Para você, algum dos componentes/substâncias tinha mais importância que outros no experimento? Por quê?</p>	<p>P-1-“acho que a soda cáustica... acho que se num tivesse ela não tinha havido um experimento, uma explosão.”</p> <p>P-2-“...creio que todas as substâncias fazem parte de um conjunto... e sem uma das substância não ocorreria o que nós podemos perceber.”</p> <p>P-3-“todos são importantes... porque senão não ia acontecer o experimento.”</p>	Substancialismo
<p>Unidade 5- QUESTÃO 4e Tendo em mente o experimento I, você poderia explicar a evidência de transformação química que envolve a formação de formação de gás?</p>	<p>P-1-“...o fogo tipo... começou a derreter o alumino com a soda caustica, ai formou os gases.”</p> <p>P-2-“[...] reagiu, criou o fogo, o oxigênio com o fogo que nós conseguimos perceber o que de fato ia acontecer. Tipo o gás se formou com a mistura do alumínio com a soda caustica, além da água é claro...”</p> <p>P-3- “Misturando aqueles componentes lá...é formou o gás hidrogênio mas a gente só teve certeza que era o gás hidrogênio com o auxílio do fogo, que houve a explosão se não nós não iríamos saber o que era, qual gás saiu.</p>	<p>Experiência primeira</p> <p>Experiência primeira</p>

Fonte: pesquisa de campo.

Após análise da categoria 2 e suas unidades, observamos que os alunos foram mais detalhistas em responder as perguntas, refletindo um pouco mais acerca das perguntas para poder responder.

Conforme o quadro 16, apesar de zelo maior nas respostas, os respondentes ainda estão muito ligados ao real concreto e suas respostas em sua maioria, estão ligas a essa

realidade. Pode-se afirmar que os alunos responderam pautados nas suas concepções alternativas, pois na unidade 1, o respondente P1 indica que o gás se formou a partir do “derretimento” do alumínio pelo fogo, formando o gás, sem levar em consideração os outros reagentes utilizados e as interações que ocorriam entre os reagentes para formar o gás hidrogênio. Nota-se nas respostas que seguem nas outras unidades de análise que o aluno P1, pautou fortemente todas as suas explicações no real concreto, realismo, inclusive dando uma explicação incoerente para os fenômenos das transformações químicas conforme o quadro 17 (BACHELARD, 2005; MORTIMER e MIRANDA, 1995).

Já os alunos P2 e P3 foram um pouco mais coerentes em suas explicações, inclusive o aluno P2 indicou que somente as imagens ou aparecimento de uma chama não era o suficiente para explicar o fenômeno, deveria existir uma explicação bem mais profunda para o ocorrido; no entanto, em algumas explicações, conforme o quadro 16, notaram-se alguns obstáculos epistemológicos do realismo, experiência primeira e substancialista.

Sobre o obstáculo substancialista, Bachelard (2005) diz que, como todos os obstáculos epistemológicos, são polimorfos e persistente em nossa ciência Química, sendo este obstáculo um dos mais difíceis de ser superado, porque se apoia em uma filosofia de fácil explicação das propriedades pela substância. Para a formação do espírito científico e a consequente aprendizagem de conceitos não é suficiente para ligar os elementos descritivos de um fenômeno a uma respectiva substância, sem uma compreensão, determinação precisa e detalhada das relações com outros objetos, necessita-se de uma explicação enriquecida, pautada na reflexão (BACHELARD, 2005; CHAGAS, 2001).

Em relação à categoria 3, observou-se, como comentado anteriormente, a incoerência da resposta do aluno P1, que nos fala que transformação química é a junção de substância diferentes resultará em produto único e com única característica.

Já P2 admitiu que percebeu as transformações químicas por meio de algumas evidências, como temperatura e mudança de cor e a formação de um gás, no caso o hidrogênio; que as substâncias ou reagentes iniciais eram diferentes das substâncias formadas ou produtos; e que possuíam características diferentes. Demonstrou mais reflexão sobre o conteúdo de transformações químicas e a evidência de formação de gás, mesmo já tendo apresentado alguns obstáculos epistemológicos. O aluno P2 conseguiu mostrar algum avanço no que diz respeito ao conceito de transformação química, fato explicado pelos perfis

conceituais criados por Mortimer a partir das ideias de Bachelard (BACHELARD, 2005; 2008; MORTIMER e MIRANDA, 1995; MORTIMER, 2002).

Quadro 16 – CATEGORIA 3 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 2

CATEGORIA 3- EVIDÊNCIA DE TRANSFORMAÇÃO – FORMAÇÃO DE GÁS		
SUBCATEGORIA 3- COMPREENS./EXPLICAÇÃO FINAL DOS ALUNOS		
Unidade 1 Pouco coerente	Unidade 2 parcialmente coerente	Unidade 3 Sem explicação
P-1- <i>“tipo a gente junta dois produtos de cores diferentes ai quanto a gente junta ele vira um produto de uma cor só [...].”</i>		
	P-2- <i>“eu conclui que houve uma transformação a partir da mudança de coloração, e da temperatura da mistura, a partir disso eu pude concluir que houve ali uma transformação química, que já não era mais a mesma substância, as mesmas substância que eram elas foram misturadas. Ah também no final tinha uma nova substância, o gás hidrogênio que se formou, aquelas bolhinhas indicavam o hidrogênio.”</i>	
	P-3- <i>“Eu acho que são a junção de vários componentes para formar uma outra substancia ou uma só substancia. Acho que a mistura de vários componentes que formam a mistura, seja ela homogênea ou heterogênea. Mas eu acho que a mistura não é a mesma coisa que uma reação química.”</i>	

Fonte: pesquisa de campo.

O aluno P3, por sua vez, demonstrou que tinha um confronto de ideias, pois duvidava se uma transformação química é a mesma coisa que uma mistura, mostrando uma certa confusão em sua resposta.

4.8 SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3 – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS – FORMAÇÃO DE LUZ (SD-8)

Continuando na temática tecnologia e as transformações químicas, começou-se a dialogar sobre como alguns objetos se tornavam rapidamente obsoletos com o desenvolvimento científico e tecnológico. Foram citados pelos alunos os *eletrônicos*, também discorremos sobre o tamanho dos dispositivos de armazenamento de memória que cada vez ficam menores e comportam mais dados, bem como os próprios eletrônicos que cada vez ficam mais sofisticados e com *design* mais arrojado. A partir desse momento, foi exibido um pequeno vídeo (detalhes do vídeo encontram-se nas referências bibliográficas) sobre a evolução das câmeras fotográficas. Ele tinha 4 minutos de duração e versava sobre os diversos modelos de câmeras e materiais utilizados para que elas funcionassem. Os alunos se surpreenderam com os instrumentos do passado, *um deles até lembrou do seriado Chaves, no episódio que, segundo um deles, o senhor Madruga virou fotógrafo e causou grande confusão*. Na ocasião, o aluno relatou que achava que aquele tipo de instrumento nunca tinha existido e foi colocado propositalmente no seriado para ficar mais engraçado e com o vídeo ele pode comprovar que aquelas máquinas fotográficas realmente existiram.

Aos poucos, direcionou-se o diálogo para chegar ao problema a ser resolvido: Você precisa tirar um *self super show* para atualizar a *timeline* da sua rede social, mas o lugar está muito escuro então você precisa de luz. Como você simularia um *flash* de uma câmera fotográfica a partir de um metal alcalino terroso?

Além do vídeo e das discussões sobre a questão acima, foi repassado aos alunos folha de atividade experimental III (APÊNDICE 11), que discorria sobre o comentado de modo contextualizado, além trazer questões que solicitavam que o aluno elaborasse hipóteses e estratégias para a investigação que viria.

Quando começaram a responder, eles já não reclamaram e pensavam em como fazer isso. Um deles comentou “*poxa, a química pode até me ajudar a tirar uma self, legal!*”. Após alguns minutos surgiram algumas hipótese e estratégias como relatadas abaixo:

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

usaria álcool + fogo + barras de magnésio + pólvora com álcool eu tocava fogo nas barras de magnésio e usando a pólvora causaria uma explosão ocasionando o flash

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.

bom. ao tocar fogo nas barras de magnésio misturado com pólvora, acontece uma explosão, claramente ocorre o flash.

Hipótese proposta pelo aluno **P30**

“Usaria, álcool + fogo + barras de magnésio + pólvora com álcool eu tocava fogo nas barras de magnésio e usando a pólvora causaria uma explosão ocasionando o flash”.

ALUNO P30

“Bom. Ao tocar fogo nas barras de magnésio misturado com pólvora, acontece uma explosão, claramente ocasionando flash”. **ALUNO P30**

A hipótese do aluno se mostrou parcialmente coerente mesmo apresentando uma ideia de que toda combustão é uma explosão, o que podemos classificar, segundo a epistemologia bachelardiana, como generalização prematura. Ademais, indica que para haver luz tem que ter fogo e mais uma substância explosiva, visão pautada nas suas atividades experienciais ao longo de sua vivência (BACHELARD, 2005).

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Criando uma combustão com barras de magnésio, o magnésio iria criar uma explosão (fogo) que criaria uma luz forte.

Hipótese e estratégia do aluno **P31**

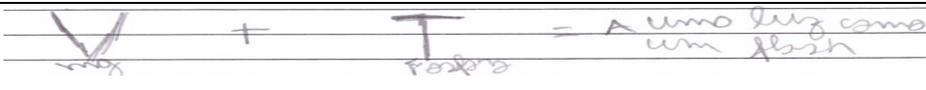
“Criando uma combustão com barras de magnésio, o magnésio era criar uma explosão (fogo) que criaria uma luz forte.” **ALUNO P31**

Após a discussão das hipóteses e estratégias formadas pelos alunos, ambos concordaram em realizar a proposta do aluno **P31**, por acharem mais coerente com o que foi discutido e eliminaram propostas do tipo do aluno **P30**, por acharem pouco coerente e demasiadamente perigosa.

Continuando a sequência didática planejada, foi distribuída a folha de atividades (APÊNDICE 14) com alguns questionamentos propostos para poder analisar à luz da perspectiva bachelardiana como os estudantes do ensino médio na cidade de Manaus explicam as transformações químicas a partir da evidência de formação de luz. Na folha de atividade dada aos alunos, não havia nenhuma pista e tampouco continha possíveis procedimentos a serem realizados.

Organizou-se as respostas em três categorias anteriormente usadas, conforme os Quadros 17 e 18:

Quadro 17– respostas do aluno **P18**

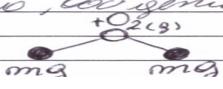
EVIDÊNCIA	<p>O magnésio se transforma em uma luz Branca. Ao ser aquecida pela vela.</p> <p>“o magnésio se transforma em uma luz branca. Ao ser aquecida pela vela”</p>
REPRESENTAÇÃO	
EXPLICAÇÃO	<p>que o magnésio ao ser aquecido ele começa a mudar de cor, e uma luz Branca começa a brilhar e depois se apaga.</p> <p>“Que o magnésio ao ser aquecido ele começa a mudar a cor, e uma luz branca começa a brilhar e depois se apaga”</p>

Fonte: pesquisa de campo.

Na Resposta do aluno P18, observa-se que o aluno não responde se houve reação química apenas responde que o magnésio se transforma em uma luz branca ao ser aquecida, não comenta se a luz é uma evidência que houve uma transformação. Em relação à representação da reação química, fica claro que o aluno apenas indica que houve a transmutação do magnésio para luz branca, e não representa corretamente a equação química. Tudo isso configura obstáculo do realismo e experiência primeira, pois somente a presença de luz e o contexto em que o aluno se inseriu já foi o suficiente para dar todas as explicações

sobre a investigação realizada (BACHELARD, 2005; LÔBO, 2008; LOPES, 2006; ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998).

Quadro 18 – Respostas do aluno P 33

EVIDÊNCIA	<p><i>Sim o combustão, ou seja como queima avendo a luz</i></p> <p>“sim, a combustão, que uma queima avendo a luz.”</p>
REPRESENTAÇÃO	<p><i>2 Mg(s) + O₂(g) → 2MgO(s) ↑</i></p> <p><i>magnésio, Oxigênio, Óxido de magnésio</i></p> 
EXPLICAÇÃO	<p><i>Combustão, criamos uma forma que conseguimos uma luz, e conseguimos, como explica? Fazendo com que 10 mg + O₂(g) = 20 mg pega fogo e se cria uma luz</i></p> <p>“Combustão, criamos uma forma que conseguimos uma luz, e conseguimos, como explica? Fazendo com que $mg + O_{2(g)} = 2mg$ pega fogo criando uma luz.”</p>

Fonte: pesquisa de campo

A explicação do aluno P18 foi bastante coerente, pois como evidência indicou a luz a partir da combustão do magnésio e, na forma representacional, escreveu a equação parcialmente correta, indicando apego ao concreto, pois, ao representar os átomos que formam o óxido de magnésio, desenhou dois átomos de magnésio e apenas um de oxigênio. Demonstra, portanto, que, apesar do esforço para dar uma explicação coerente, os obstáculos epistemológicos são persistentes, ligadas diretamente às concepções alternativas dos alunos influenciando nas respostas dadas. Na explicação sobre o fenômeno estudado, o aluno P33 indicou que houve uma interação entre os átomos para formar uma nova substância que teve como evidência a formação de luz, mesmo com uma representação pouco coerente (BACHELARD, 2005, MORTIMER, 2011; ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998).

Mortimer (2002, 2011) nos fala que é possível o aluno ter um repertório de explicações para a mesma pergunta dependendo do contexto solicitado, o que sabemos se tratar do perfil conceitual. Isso remete à importância de se trabalhar com atividades realmente instigadoras, problematizadas, que possibilitem ao aluno confrontar seus conhecimentos, buscando pautá-los na racionalidade técnica, construindo e reconstruindo, sempre reformando

suas ilusões, contribuindo para que o estudante passe a construir o pensamento abstrato e assim ter maior domínio da Química contemporânea ou Matemática.

Quando se fala da pouca coerência obtida nos resultados das folhas atividades de alguns participantes, isso não é visto de modo negativo, ao contrário, é uma oportunidade de reconstrução. A partir dos erros, é possível formular uma problematização para resolvê-lo e assim gerar novas formas de conhecimento. Escreve-se a história, julgando, valorizando o certo e eliminando as possibilidades de reincidência no erro (BACHELARD, 2005; LÔBO, 2008; MORTIMER, 2011; PARENTE, 1985).

4.9 SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3 – ENTREVISTA 3 – FORMAÇÃO DE LUZ (SD-9)

Após análise dos resultados das folhas de atividades - Situação Investigativa 3 (APÊNDICE 14), elaborou-se um roteiro de entrevista semiestruturada (APÊNDICE 16), com questões gerais sobre o conteúdo abordado na situação investigativa 3 e questões específicas sobre transformações químicas que envolviam a formação de luz. Além disso, o roteiro foi estruturado para podermos detectar a presença de possíveis obstáculos epistemológicos generalização prematura, experiência primeira, substancialista e realista.

Essa parte da coleta de dados durou cerca de 39 minutos e teve a participação de três alunos. Os critérios adotados para a seleção dos entrevistados foi semelhante aos anteriores. Os resultados obtidos são expressos a partir da análise das categorias estruturadas para a Situação Investigativa 3 - Entrevista 3, em que a evidência de transformação química é a formação de gás, conforme explicação da Situação Investigativa 1- Entrevista 1 e assim expressas nos quadros 19, 20 e 21, abaixo ordenadas:

Quadro 19 – CATEGORIA 1- SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3

CATEGORIA 1- ASPECTOS GERAIS – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3		
SUBCATEGORIA 1- PERCEPÇÃO LIGADA AO CONTEÚDO E MÉTODO INVESTIGATIVO		
Unidade 1 Fenômenos	Unidade 2 Hipóteses/estratégias	Unidade 3 Dificuldades
P-1- <i>“Bom... foi feito uma combustão[.]...a queima do magnésio, que houve o flash, no caso a luz que nós precisava pra resolver o problema.”</i>	P-1- <i>“Tipo de primeira foi pegar a luz solar, mas como já tava escuro a minha ideia foi quase como a do Al₃, a pólvora mais alguma coisa mais inflamável que seria fácil demais para pegar fogo que é a luz.”</i>	P-1- <i>“Não, porque foi bem simples, porque como a gente já tinha uma certa ideia do que a gente iria usar e do que a gente iria fazer, no caso a luz....”</i>
P-2- <i>“De acordo com o fenômeno que aconteceu pode-se perceber que houve uma reação química, lógico!”</i>	P-2- <i>“Tipo para fazer isso não pensei muito no material só na pólvora e algo inflamável.”</i>	P-2- <i>“Não... a única coisa que faltava a gente fazer era pensar, enfim raciocinar, bem simplificado...acho que eu com meus 6 anos faria.”</i>
P-3- <i>“Um apoia o outro para fazer um fenômeno químico, porque quando a gente começou a colocar temperatura nele, começou a liberar calor e luz.”</i>	P-3- <i>“primeiro eu tive um raciocínio que foi usar a pólvora e álcool, e tipo assim uma manivela para girar e sair uma fálscia que tocasse na pólvora e saísse um fogo, tipo que nem aquele flash que sai da câmara...”</i>	P-3- <i>“não, por que tinha uma boa explicação de como fazer passo a passo, fazer o trabalho em grupo e desenvolver a mente para obter algum sucesso.”</i>

Fonte: pesquisa de campo.

Após a entrevista, observou-se que os alunos já estavam bem à vontade e conversavam bem mais com a pesquisadora, além de realizar perguntas e de tirar dúvidas. Após a transcrição e reflexão quanto à coleta de dados que estava praticamente finalizada, percebeu-se que os alunos já elaboravam hipóteses mais rapidamente e já não reclamavam do processo. No entanto, nem todas as propostas de hipóteses e experimentos eram exequíveis como a dos alunos P2 e P3 que queriam produzir luz a partir da queima da pólvora. Expliquei que era um processo perigoso, pouco aconselhável e que precisava da autorização no que se refere à compra de materiais controlados.

Após vários diálogos e troca de ideias, conclui-se que a queima do metal magnésio poderia ser a estratégia experimental para alcançar tal objetivo. Quando perguntados sobre possíveis dificuldades enfrentadas para realizar o experimento, os respondentes foram enfáticos em dizer que foi muito fácil e em relação a uma explicação sobre o fenômeno investigativo analisado se referiram à combustão do magnésio.

Uma explicação que chamou atenção foi a do aluno P3, que explicou o fenômeno pautado na temperatura, evidenciando um possível obstáculo epistemológico substancialista, porque tratou a temperatura como uma substância que poderia ser adicionada ao magnésio e, assim, produzir luz (BACHELARD, 2005; MORTIMER e AMARAL, 1998). Essa queima ocorre em virtude da oxidação do magnésio, reduzindo sua carga negativa e estabelecendo “ligações químicas” (aqui compreendidas como processo de reorganização estrutural entre os átomos para que haja a formação de novos produtos) com o oxigênio resultando no produto óxido de magnésio.

Quadro 20 – CATEGORIA 2 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3

CATEGORIA 2- ASPECTOS ESPECIFICOS SOBRE A SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3		
SUBCATEGORIA 2- PERCEPÇÃO SOBRE O PROCESSO – TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA		
Tipo de unidade	Transcrição	Subunidade- Possível obstáculo epistemológico
Unidade 1- QUESTÃO 4a Descreva o experimento 1.	<p>P-1- <i>“Primeiro passo foi questão de paciência a gente ficar lá com dor e quase cego, a gente conseguiu a luz com o recipiente, magnésio e a vela.”</i></p> <p>P-2- <i>“primeiro a vela teve que entrar em combustão para produzir uma fogo, para poder aquecer o magnésio, e acontecer uma reação química que causasse uma LUZ....”</i></p> <p>P-3- <i>“Usamos a vela e a pinça para fazer o experimento, porque foi bem diferente e só ter um pouco de paciência para esperar e ver o que acontece”</i></p>	
Unidade 2- QUESTÃO 4b	P-1- <i>“Tipo um fogo mas algo mais além que um fogo, tipo uma coisa muito legal. Tipo tinha muita luz quase</i>	Realismo

Quais imagens, fatos ou fenômenos mais lhe chamaram atenção?	<p><i>fiquei cega, uma luz branca.”</i></p> <p>P-2- <i>“A imagem bem forte da luz obtida através da queima do magnésio foi o que mais chamou atenção, mesmo a gente tando de óculos.”</i></p> <p>P-3- <i>“Foi uma luz forte branca do magnésio, e mesmo de óculos ela foi bem bonita.”</i></p>	
<p>Unidade 3- QUESTÃO 4c</p> <p>De alguma forma essas imagens ou fatos lhe ajudariam a dar explicações? De que maneira?</p>	<p>P-2- <i>“Explicação que nem acontece no sol, né? Uma reação química que produz luz que viaja milhares e milhares de vez até chegar aqui e aquecer nosso corpo.”</i></p> <p>P-3- <i>“Sim. Por causa do calor da vela sobre outra substância ocorreu uma nova substância, que o impacto das duas sobre o oxigênio surgiu fogo de aspecto branco.”</i></p>	<p>Realismo/Generalista</p> <p>Experiência primeira</p>
<p>Unidade 4- QUESTÃO 4d</p> <p>Para você, algum dos componentes/substâncias tinha mais importância que outros no experimento? Por quê?</p>	<p>P-1- <i>“O fogo precisa da magnésia e a magnésia precisa do fogo para formar a luz.”</i></p> <p>P-2- <i>“Pra mim foi o fogo porque sem o fogo não poderia haver a produção de calor e não poderia haver a queima do magnésio.”</i></p> <p>P-3- <i>“Magnésio! Por que quando ele se tocou fogo, num demorou nem muito tempo e surgiu a luz branca.”</i></p>	<p>Substancialismo</p>
<p>Unidade 5- QUESTÃO 4e</p> <p>Tendo em mente o experimento I, você poderia explicar a evidência de transformação química formação de luz?</p>	<p>P-1- <i>“pra mim foi a temperatura, foi esquentando e tal.”</i></p> <p>P-2- <i>“[...] fogo... a temperatura logo que acendeu agitou as moléculas tanto do magnésio quanto do oxigênio gerando um atrito que gerou calor dentro desses dois e logo os dois se fundiram dando uma reação que gerou o óxido de magnésio, que deu a luz.”</i></p> <p>P-3- <i>“O magnésio entrou em contato com o fogo que tava na vela, ocorreu uma combustão e pegou no magnésio que tinha aquela luz branca...”</i></p>	<p>Experiência primeira</p> <p>Substancialismo</p>

Fonte: pesquisa de campo.

As falas dos alunos foram esclarecedoras quanto ao estudo realizado, pois, assim como nos outros experimentos, nos mostrou possíveis obstáculos epistemológicos incrustados na mente de nossos estudantes, conforme nos mostra o quadro 21. A fala do aluno A13 ou P3 nos mostrou que, apesar de o experimento ter sido simples e trabalhado de maneira investigativa, as primeiras impressões influenciam bastante nas respostas dos alunos e, por isso, nos respondem sem grandes considerações. A resposta do aluno, por exemplo, indica que a luz branca produzida pela oxidação do magnésio está contida dentro do metal e é somente aquecer que essa luz fluirá do referido reagente, demonstrando um possível obstáculo substancialista (BACHELARD, 2005).

Também foram observados obstáculos do tipo realista e da experiência primeira, demonstrados conforme quadro de categorias, além de erros conceituais, como dizer que houve uma fusão entre os reagentes químicos, ou encontrar relação de semelhança entre a reação de oxidação do magnésio com as reações de fusão nuclear que ocorrem no sol para produzir luz.

Quadro 21 – CATEGORIA 3 – SITUAÇÃO INVESTIGATIVA 3

CATEGORIA 3- EVIDÊNCIA DE TRANSFORMAÇÃO – FORMAÇÃO DE LUZ		
SUBCATEGORIA 3- PERCEPÇÃO/EXPLICAÇÃO FINAL DOS ALUNOS		
Unidade 1 Pouco coerente	Unidade 2 Explicação coerente	Unidade 3 Sem explicação
	P-1- “[...] <i>com a luz basicamente a gente resolveu tudo e tipo com o resultado...tipo que meio a prova foi o óxido de magnésio para comprovar.</i>	
	P-2- “ <i>É porque logo depois de pegar fogo lá...e haver a luz o magnésio praticamente não se destruiu só se transformou sua composição e só ficou preto, meio acinzeado assim...tipo a evidencia principal foi a luz.</i> ”	
	P-3- “ <i>Quando o magnésio entrou em contato com o fogo e o magnésio ficou ...tipo esbranquiçado e houve uma produção luminosa...é luminosa, e o oxido de magnésio.</i> ”	

Fonte: pesquisa de campo.

Ao explicarem a transformação química ocorrida na investigação III, os alunos foram enfáticos em dizer que a evidência de uma transformação química foi a formação de luz, mas a explicação do aluno P2 indica que ele percebeu que a transformação química foi além do visual, no caso no nível atômico molecular. Ele indicou que houve a conservação de massa e que apenas a composição das substâncias iniciais se modificou, através das interações entre os átomos de magnésio e oxigênio resultando como produto principal o óxido de magnésio, além da luz branca. No entanto, é importante citar que, na categoria anterior, ele tentou explicar as reações químicas de forma mais profunda, contudo, apesar de compreender que existe uma reação a nível microscópico, ainda pauta suas explicações em nível macroscópico (BACHELARD, 2005; MORTIMER e MIRANDA, 1995; ROSA; PETRUCCI; SCHNETZLER, 1998). Já no caso de P1 e P3, observou-se que suas explicações foram a nível macroscópico segundo o real que lhes foi apresentado aos sentidos.

É sabido que os alunos já trazem um repertório de conhecimento consigo e, ao tentar realizar a apreensão dos conceitos ministrados em sala, acabam criando ideias errôneas sobre conceitos científicos, os quais são denominados concepções alternativas e trazem consigo os obstáculos epistemológicos, barreira à aprendizagem científica e, por consequência, ao pensamento abstrato. Sobre isso, Bachelard (2005) indica ser necessário para apreensão do conhecimento da Química contemporânea, química essa que rompe com as primeiras impressões, próprias do realismo ingênuo, e se eleva a um nível de complexidade “*e especialidade que exige uma nova razão em constante mutação, polêmica, como foi e é polêmico o processo de produção do conhecimento científico* (BACHELARD, 2005; LÔBO, 2008, p. 91; KASSEBOEHMER *et al.*, 2015)”. Possibilitar ao aluno atividades problematizadoras contribui para que eleve seu grau de reflexão e aprofunde seus conhecimentos direcionando-os para o conhecimento científico.

4.10 QUESTIONÁRIO FINAL – AVALIAÇÃO DO MINICURSO (SD-10)

Ao final do curso, os alunos responderam a um questionário final (APÊNDICE 17) com intuito de avaliar o minicurso, o questionário continha oito perguntas.

Na questão 1, os alunos relataram que gostaram de participar do minicurso, pois foi um processo diferente, interessante, criativo, dinâmico ainda que mais cansativo.

Na questão 2, os alunos atribuíram nota ao curso, de forma que 80% deles atribuíram nota 10 e 20%, nota 9.

Na questão 3, perguntou-se se o minicurso serviu para refletir o modo como os estudantes encaravam as transformações químicas, ao que os alunos responderam sim, pois refletiram sobre o conhecimento químico que possuíam, possibilitando questionamentos e mudando a visão que tinham da Química. Outros aspectos citados foram que aprenderam os cuidados a serem tomados no laboratório e que poderiam ter prestado muito mais atenção no minicurso.

Na questão 4, os alunos fizeram a avaliação da pesquisadora como ministrante do curso e segundo seus relatos a “professora” os “ensinou a pensar e traçar estratégias para realizar experimentos”, além de reunir características de uma excelente profissional, tais como: linguagem compreensível, domínio das técnicas e conteúdo, divertida e “boa pessoa”.

Nas questões 5 e 6, os alunos poderiam comentar sobre os aspectos positivos e negativos. Como aspectos positivos, ressaltaram que a metodologia investigativa os fez pensar mais, refletindo sobre o que eles sabiam sobre Química e sua contextualização com o dia a dia, além de aprender a realizar procedimentos experimentais. Não houve aspectos negativos nos relatos, apenas dois alunos afirmaram que o minicurso deveria ter durado mais tempo.

Na questão 7, os alunos relatam sobre a contribuição do minicurso para a formação deles e disseram que, além de ter sido uma nova experiência, possibilitou que aprendessem mais e mudou a visão sobre a Química.

Na última questão, os alunos sugeriram que o minicurso deveria ser estruturado com maior carga horária, assim com maior quantidade de aulas.

Com base nas anotações e relato, pode-se constatar que a abordagem investigativa contribuiu em vários aspectos para a formação dos alunos de maneira conceitual, procedimental e atitudinal, refletindo sobre o processo de ensino-aprendizagem e apontando

para a necessidade de trabalhar com metodologias investigativas que possibilitem questionar a origem dos conhecimentos. Entretanto, apesar de muitos pontos positivos para a aprendizagem, revelou-se que os alunos possuem muitos obstáculos rumo à aprendizagem científica (BACHELARD, 2005; POZO e CRESPO, 2009).

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Ao utilizar como suporte teórico a epistemologia de Gaston Bachelard e sua noção de obstáculos epistemológicos, percebeu-se que esses obstáculos são inerentes ao processo de ensino-aprendizagem e podem ser entendidos como barreiras que impedem a formação de conceitos científicos mais próximos do correto, não configurando como falta de conhecimento.

Foi possível verificar que uma abordagem investigativa contribui em vários aspectos para a aprendizagem dos alunos, pois permite que o aluno questione a prática e reflita sobre ela, desenvolvendo suas aprendizagens conceituais, promovendo reflexões críticas acerca do meio e da ciência.

Quando se pretendeu entender as compreensões que os alunos tinham sobre as transformações químicas e as evidências de formação de novos materiais, produção de gás e luz, a literatura nos mostrou que eles usam suas concepções alternativas para explicar alguns fenômenos de reação química, além da falta de problematização dos conteúdos a serem apreendidos pelos estudantes. Isso faz com que percebam a Química como ciência estática e pouco interessante, salvo se houvesse algum tipo de experimento que pudesse ser realizado, conforme sua visão.

Um ponto relevante observado é que os alunos apresentavam grande dificuldade em propor hipóteses e estratégias para a verificação da hipótese. Nesses momentos, as discussões em torno do conteúdo abordado, dos conhecimentos que traziam e das diversas proposituras feitas pelos alunos enriqueceram grandemente nossa prática, além de produzir subsídios para que os sujeitos da pesquisa pudessem ter participação mais proveitosa no minicurso realizado. Tal fato foi observado durante as atividades seguintes (situação investigativa 2 e 3), pois começaram a propor hipóteses e estratégias e não mais apenas parafraseando as perguntas, mesmo que algumas das respostas fossem inexequíveis, perigosas e com divergências conceituais.

Os alunos se mostraram bem favoráveis às atividades experimentais, mas, quando dada a oportunidade de praticar através da experimentação investigativa, percebeu-se que tinham um pouco de receio, pois nas sequências investigativas deu-se liberdade para que realizassem os experimentos que comprovariam ou descartariam as hipóteses propostas. Esse fato é totalmente compreensível, já que os jovens estudantes não estavam habituados a

realizar investigações baseados em problemas de acordo com o contexto em que estão inseridos, realizando bastante reflexão sobre a prática e anotações de fatos pertinentes por eles observados, juntamente com uma possível solução para o problema.

Dando seguimento à sequência didática, sempre se tomou cuidado para levar em consideração o repertório de conhecimentos que os alunos já traziam pautados em suas atividades experienciais. Durante a discussão dos conceitos químicos abordados, observou-se dificuldades conceituais e, até mesmo, erros conceituais fortemente ancorados, que influenciaram nas respostas das atividades investigativas. Tais como considerar que os processos de reações químicas de combustão são necessariamente explosões, indicar que uma reação química é uma simples mistura de substâncias, confundindo conceitos de transformações químicas com simples misturas, substâncias puras com soluções, ou compreenderem que uma reação química ocorre pela simples transmutação de uma substância para um produto diferente, sem que ocorra qualquer reestruturação atômica.

Os alunos também confundiam processos químicos com processos físicos pelo fato de uma reação produzir um componente insolúvel, logo um **reagente x** era líquido e se transformou em um **sólido y**, sem que houvesse nenhum rearranjo estrutural entre átomos.

As situações investigativas foram preparadas para que fosse possível observar as compreensões dos alunos à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. Em virtude disso, como já comentado, os estudantes explicaram suas compreensões por meio do realismo ingênuo ou ainda no conhecimento concreto, no real aparente que lhes é apresentado aos sentidos, sem que houvesse uma ponderação maior, não significando que todos alunos que participantes tiveram comportamentos idênticos. Observou-se que, nas explicações dos estudantes havia possíveis obstáculos epistemológicos, como o da experiência primeira, que foi recorrente em todas as investigações realizadas; seguindo a ordem de obstáculos encontrados vem o substancialista, generalização prematura, e o obstáculo realista. Todos esses obstáculos foram indicados nos dados categorizados.

Faz-se importante frisar que, apesar dos vários erros conceituais observados e possíveis obstáculos epistemológicos detectados, não se encarou esses resultados de maneira pouco positiva, ao contrário, trouxe-se meios para se pudesse refletir sobre essas dificuldades e encontrar formas de trabalhar para minimizá-las, de maneira a desenvolver o pensamento abstrato com fortes bases do materialismo instruído, objeto de uma futura pesquisa.

Ressalta-se também a importância de ter trabalhado com as situações investigativas, pois possibilitou ao aluno o ato de trabalhar o mais próximo de uma investigação científica, além de desenvolver o conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal, mostrando que a Química é uma ciência dinâmica e atual.

Com base na literatura consultada e nos dados analisados, pode-se constatar que a abordagem investigativa contribuiu em vários aspectos para a formação dos alunos de maneira conceitual, procedimental e atitudinal. Isso se refletiu sobre o processo de ensino-aprendizagem, apontando para a necessidade de trabalhar com metodologias investigativas que possibilitem questionar a origem dos conhecimentos, sendo sempre importante procurar métodos alinhados ao processo de reflexão a cercar da construção dos conceitos científicos, que denotem a necessidade de reflexão a luz da filosofia da ciência. Entretanto, apesar de muitos pontos positivos para a aprendizagem, mostrou-se que os alunos possuem muitos obstáculos rumo à aprendizagem científica e que é preciso uma constante vigilância metodológica e epistemológica para que não haja sua cristalização nos alunos. Revela-se ser de suma importância o processo de reflexão a partir da recorrência histórica para não cometer os mesmos erros e, assim, questionar, confrontar os conhecimentos estabelecidos sempre no processo de construção e reconstrução do conhecimento científico buscando meios ou ferramentas necessárias para tal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J. J.; SMOLKA, A. L. B. A Construção do Conhecimento em Diferentes Perspectivas: Contribuições de um Diálogo entre Bachelard e Vigotski. *Ciência & Educação*, Colômbia, v.15, n.2, p. 245-268, 2009.
- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gastón Bachelard. *ENSAIO- Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 1-11, 2002.
- ANDERSON, T., KANUKA, H. *E-research, Methods, Strategies and Issues*. USA: Person Education, 2003.
- ANDRÉ, M. E. A. *Etnografia da Prática Escolar*. Campinas: Papirus, 2008.
- ARRUDA, M. R. R. A Teoria da Aprendizagem em Piaget. In: MONTEIRO, I. B., AZEVEDO, MARINS, R. O., REZENDE, M. R. K. F. (Orgs.). *Perspectivas Teóricas da Aprendizagem no Ensino de Ciências*. Manaus: BK Editora, 2009.
- BACHELARD, G., *O Racionalismo Aplicado*. Trad. Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar editores, 1977.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro/BRA: Contraponto, 2005.
- BACHELARD, G. *A Filosofia do Não: filosofia do novo espírito científico*. 6. ed. Trad. Joaquim José Moura Ramos. Lisboa: Presença, 2008.
- BARDIN, L., *Análise de conteúdo*. Lisboa: edições 70, 2009.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S., *Investigação Qualitativa em Educação: uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora, 2010.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.13, p.291-313, 2002
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)*. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- _____. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)*. Brasília: MEC/SEMT, 2002.
- _____. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio; volume 2*. Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2006

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional da Educação. Câmara da Educação Básica. Resolução nº 2. *Define as diretrizes curriculares para o Ensino Médio*. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20.

_____. Lei 5692, de 11 de agosto de 1971. *Estabelece Diretrizes e Bases para a educação nacional*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 12 de agosto. 1971.

_____. *Lei Diretrizes e Bases*. Lei Nº 9394, 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

CACHAPUZ, A. et al. (org.) *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 157-181, ago., 2006.

CASTORINA, J. A. La dialéctica en la psicología del desarrollo: relevancia y significación en la investigación. *Psicología: Reflexão e Crítica*, v. 23, n. 3. p. 516-524, 2010.

CHAGAS, J. A. S. *Obstáculos Encontrados no Processo de Compreensão do Conceito de Reação Química*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

CAMPOS, D. M. S., *Psicologia da aprendizagem*. 34 ed. Rio de Janeiro, Vozes, 2005.

CHASSOT, A. *A Educação no Ensino de Química*. Ijuí: Unijuí, 1995.

CORREIA, M. C. B., *A Observação Participante enquanto Técnica de Investigação*. *Revista Pensar Enfermagem*. Vol. 13 Nº 2. 2º semestre de 2009.

FADUL, W. A. O. A Teoria do Condicionamento Operante de Skinner e as Metodologias Aplicadas no Ensino de Ciências. In: MONTEIRO, I. B., AZEVEDO, MARINS, R. O., REZENDE, M. R. K. F. (Orgs.). *Perspectivas Teóricas da Aprendizagem no Ensino de Ciências* Manaus: BK Editora, 2009.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligações químicas. *Revista Química Nova na Escola*. nº. 24, p. 20-24, 2006.

FERREIRO, E., *Atualidade em Jean Piaget*. Porto Alegre: Art Med, 2001.

FINZI, S. N., PAIVA, A. G., FALJONI-ALARIO. A Um estudo sobre as concepções de um grupo de estudantes a respeito de transformações químicas. *Atas do V ENPEC – Nº 5*, 2005.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. *Ci. Inf.*, Brasília, v.33, n. 3, p.26-34, set./dez. 2004.

FRASER, M. T. D., GONDIM, S. M. Da fala do outro ao texto negociado: discussão sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. *Paidéia*, vol. 14, num.28, p. 139-152, agosto de 2004.

FREIRE, G. L., DUARTE, A. M. Concepções de Aprendizagem em Estudantes Universitários Brasileiros. *Psicologia USP*, São Paulo, 21(4), p.875-898, 2010.

GIL PEREZ, D. New Trends in science education. *Internacional Journal Science Education*. v. 18, n. 8. p. 889-901, 1996.

GÜNTHER, H. *Como elaborar um questionário (Serie planejamento de pesquisa nas ciências sociais, Nº 1)*. Brasília, DF:UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental.2003.

JAPIASSÚ, H. *Para Ler Bachelard*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976.

KASSEBOEHMER, A. C. (2011). *O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico* (Tese de doutoramento, Unicamp). São Carlos, Brasil.

KASSEBOEHMER, A. C., HARTWIG, D. R., FERREIRA, L. H., *Contém Química 2: Pensar, Fazer e Aprender pelo Método Investigativo*. São Carlos: Pedro e João Editora, 2015.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. *Revista Espaço Acadêmico*, Londrina, v. 12, n. 140, p. 71-79, 2013.

LIMA, M. A. M., MARINELLI, M. A Epistemologia de Gaston Bachelard: uma Ruptura com as Filosofias do Imobilismo. *Revista de Ciências Humanas*, Florianópolis, Vol. 45. Nº 2. P. 393-406, Outubro de 2011.

LÔBO, S.F. O ensino de química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 1, p. 89-100, 2008

LOPES, A. R. C. Livros Didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química, *R. Bras. Est. Pedag.*, v.74,n,177, p.309-334, maio/ago.1993.

LOPES, A. R. C. Reações Químicas: Fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na Escola*. n. 2, 1995.

LOPES, A. C. *Currículo e epistemologia*. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M., *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2014.

MANAUS. Seduc – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino. *Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio*, 2012.

MAURI, T. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam o conteúdo escolar?. In: COLL, C. *O Construtivismo na Sala de Aula*. 6.ed. São Paulo: Atica, 2009.

MEDEIROS, C. E. *Uma Proposta para o Ensino de Química em Busca da Superação dos Obstáculos Epistemológicos*. 2014. 195p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Porto Alegre, 2014.

MEDEIROS, C. E. *A Pesquisa das Etapas de Produção de Cimento como Prática do Ensino em Química*. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências e Tecnologia). Programa de Pós Graduação Lato Sensu. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Federal do Pampa. Bagé, 2009.

MENDES, M. P. L. *O Conceito de Reação Química no Ensino Médio: história, transposição didática e ensino*. 213p. Dissertação (Mestrado em Ensino, filosofia e história das ciências), Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal de Feira de Santana, Salvador, 2011.

MONTEIRO, I. B., AZEVEDO, MARINS, R. O., REZENDE, M. R. K. F. (ORGS.). *Perspectivas Teóricas da Aprendizagem no Ensino de Ciências*. Manaus: BK Editora, 2009.

MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORTIMER, E. F. e MIRANDA, L. C. Transformações – concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, N.2, novembro 1995.

MORTIMER, E.F.; AMARAL, L.O. Calor e temperatura no ensino de Termoquímica. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 30- 34, 1998.

MORTIMER, E. F., *Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para Onde Vamos?* Faculdade de Educação da, Belo Horizonte, MG, 2002.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e Formação de conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Ed.UFMG, 2011.

OLIVEIRA, R. C. *Química e Cidadania: Uma Abordagem a partir de Atividades Experimentais Investigativas*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2009.

PAIVA, R., *Gaston Bachelard: a imaginação na ciência, na poética e na sociologia*. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2005.

PARENTE, L. T. *A Ciência Química – Ensino e Pesquisa na Universidade Brasileira*. 321p. Dissertação (Instituto de Estudos Avançados em Educação), Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1985.

_____. *Bachelard e a Química: no Ensino e na Pesquisa*. Fortaleza: Ed. da Universidade Federal do Ceará: Stylus, 1992.

PIO, J. M. *Visão de alunos do ensino médio sobre dificuldades na aprendizagem de cálculo estequiométrico*. Monografia (Graduação em licenciatura em química) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

POZO, J. I. *Aprendizes e Mestres a Nova Cultura da Aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

POZO, J. I., CRESPO, M. A. G. *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROCHA, A. L. C, ECKERT, C. Etnografia: saber e práticas. In: *Ciências Humanas: pesquisa e método*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2008.

ROSA, M. I. F, PETRUCCI S., SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n.8, novembro, 1998.

SANTOS, W. L. dos; MALDANER, O. A. *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. dos; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: Compromisso com a cidadania – 3ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SANTOS, L. C., SILVA, M. G. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria, *Acta Scientiae*, v.16,n.1, p.133-152, jan./abril. 2014.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23. Ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SCHEFFER, E. W. O. *Química: ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica*. 157f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química e a importância do ensino de química na escola nova. *Revista Química Nova*, n. 20, p. 49-54, 2004.

TREVISAN, T. S., MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. UNI revista. Vol. 1, nº 2. Abril, 2006.

VELANES, D. de A. Alguns Aspectos sobre o Novo Espírito Científico na Epistemologia de Gaston Bachelard. *Saberes*, Natal RN, v. 1, n. 16, p. 66-82. Agosto, 2017.

VELANES, D. de A. A Noção de Ruptura Epistemológica no Pensamento de Gaston Bachelard. 141p. Dissertação (Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017b.

VYGOTSKY, L. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WEBER, F., A entrevista, a pesquisa e o íntimo, ou: por que censurar seu diário de campo? *Horizontes Antropológicos*, Porto Alegre, ano 15, n. 32, p. 157-170, jul./dez. 2009.

WERNECK, V. R., Sobre o Processo de Construção do Conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Rio de Janeiro, V.14, N.51, P. 173-196, ABR./JUN. 2006.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZULIANI, S. R. Q, Et al. O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão. *Educação: Teoria e Prática* – Vol. 22, n. 40, Período mai/ago,2012.

OBRAS CONSULTADAS

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

FURASTÉ, P. A. *Normas Técnicas para o Trabalho Científico: explicitação das normas da ABNT*. 17.ed. Porto Alegre: Dáctilo plus, 2015.

GOMES, R. S.; MACEDO, S. H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. *Revista VÉRTICES*, v. 9, n. 1/3, jan./dez. 2007.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo de Ciências*. São Paulo: EDUSP, 1987.

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

SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. Construção De Um Perfil Conceitual De Adaptação: Implicações Metodológicas Para O Programa De Pesquisa Sobre Perfis Conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*. V18(2), p. 439-479, 2013 .

APÊNDICE -1 – TERMO DE ANUÊNCIA DA ESCOLA



GOVERNO DO ESTADO DO
AMAZONAS
CETI JOÃO DOS SANTOS BRAGA
 DECRETO LEI Nº30.029 DE 07 DE JUNHO DE 2010
COORDENADORIA DISTRITAL DE EDUCAÇÃO 7
 Decreto Lei nº 3642, de 26/07/2011



TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado “**ASPECTOS QUALITATIVOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: UM OLHAR SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA BACHALARDIANA**”, sob a coordenação e a responsabilidade da aluna do mestrado **HERMÍNIA DA SILVA MARQUES**, do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Amazonas, o qual terá o apoio desta instituição.

Manaus, 29 de março de 2017.

Kledson Farias de Lima Paz – professor
 Administrador Escolar
 Port. GS 160/2016
 Gestor de ensino em Exercício

Kledson Farias de Lima Paz - Professor
Administrador Escolar
 Port. GS 160/2016

Av. Curaçao, s/nº. Conjunto Nova Cidade
 Cep 66097-235
 Fone: (92) 3221-9923 (Dir.) / 3221-9924 (Sec.)
 Fone: (92) 8842-1071 (Dir.) / 8842-2739 (Adm. Esc.)
 E-mail: cetijsbraga@seduc.am.gov.br



SECRETARIA DE ESTADO DE
EDUCAÇÃO E
QUALIDADE DO ENSINO

APÊNDICE - 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Aspectos Qualitativos nas Transformações Químicas: um olhar sobre as dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio na perspectiva bachelardiana”. Neste estudo pretendemos Investigar as compreensões/interpretações (representação simbólica, macroscópico e submicroscópico) que estudantes do Ensino Médio, de escolas públicas de Manaus, apresentam acerca de conceitos relacionados aos aspectos qualitativos das transformações químicas.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): questionário inicial, experimentação investigativa, entrevistas, observação e registro por meio audiovisual.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um 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.

Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler etc.

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 consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, 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. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Manaus, ____ de _____ de 20 ____ .

Assinatura do(a) menor _____

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - UFAM
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA / CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFAM
Rua Teresina, 495, Adrianópolis
MANAUS - AM -
FONE: (92) 3305-5130

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: HERMÍNIA DA SILVA MARQUES
ENDEREÇO: AV MAX TEIXEIRA, S/N, ESTRADA DA CIDADE NOVA
FONE: (92) 982156627 / E-MAIL: HERMINIAMARQUES63@GMAIL.COM

APÊNDICE - 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a),

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa- Aspectos Qualitativos nas Transformações Químicas: um olhar sobre as dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio na perspectiva bachelardiana, sob a responsabilidade da pesquisadora: Hermínia da Silva Marques, a qual pretende Investigar as compreensões/interpretações (representação simbólica, macroscópico e submicroscópico) que estudantes do Ensino Médio, de escolas públicas de Manaus, apresentam acerca de conceitos relacionados aos aspectos qualitativos das transformações químicas.

Dessa forma, sua colaboração se dará por meio de contribuições ao responder questionários, participação em experimentos químicos e resposta em folha de atividade própria e entrevistas que serão registradas através de recurso audiovisual.

Sua participação será voluntária, não havendo despesa ou recompensa, além de ter o direito e a liberdade de desistir a qualquer momento da pesquisa.

Quaisquer dúvidas poderão ser esclarecidas, e sua desistência não causará nenhum prejuízo físico ou mental.

Se em algum momento da condução da entrevista, sentir-se constrangido (a) devido à não compreensão das perguntas, de termos ou expressões utilizadas, a pesquisadora responsável usará de profissionalismo ético ou acadêmico para superar tais situações.

Informações posteriores poderão ser obtidas com os pesquisadores responsáveis: Hermínia da Silva Marques, pós-graduanda (ICE/UFAM), pelo e-mail herminiamarques63@gmail.com ou fone (92) 992077826/ (92) 982156627; Sidilene Aquino de Farias, Departamento de Química (ICE/UFAM), e-mail sidilene.ufam@gmail.com.

Consentimento Pós-Infomação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

_____ Data: ___/___/___

Assinatura do participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE - 4 - QUESTIONÁRIO INICIAL

QUESTIONÁRIO INICIAL

Nome: _____

As afirmações abaixo referem-se às propriedades e fenômenos químicos e físicos de materiais. Para respondê-las **MARQUE COM UM X** o item que melhor revela sua opinião de acordo com a seguinte legenda: **(1) Discordo Totalmente (2) Discordo Parcialmente (3) Indiferente/Indeciso (4) Concordo Parcialmente (5) Concordo Totalmente.**

AFIRMATIVAS		ITEM
01	Após cortar uma maçã observa-se que com o passar dos minutos ela fica escurecida, tal fenômeno ocorre porque as maçãs possuem essa característica de ficarem escuras ao serem cortadas ou mordidas, isso é normal da maçã.	(1) (2) (3) (4) (5)
02	O mau cheiro do lixo doméstico se deve ao fato das bactérias que se alimentam de matéria orgânica, presentes no lixo, produzirem um conjunto de substâncias cujas funções químicas são basicamente as mesmas, independente da origem da matéria, no entanto, quando a matéria orgânica tem uma única origem, o cheiro pode ser característico daquela matéria.	(1) (2) (3) (4) (5)
03	Ao observarmos um prego de ferro que ficou por um longo período em contato com a água, podemos afirmar que a água faz com que o ferro sofra apenas redução de tamanho ao ficar de molho na água.	(1) (2) (3) (4) (5)
04	Quando queimamos uma fita de magnésio, observa-se a formação de uma luz intensa, como no flash de uma máquina fotográfica. Esta característica de <i>brilhar</i> é propriedade química mais importante desse material.	(1) (2) (3) (4) (5)
05	A coagulação é o fenômeno em que certos líquidos orgânicos (ex. leite e sangue) passam do estado líquido para o estado sólido através de transformações físicas e químicas. Sobre esse fenômeno podemos dizer que a passagem do estado líquido para o estado sólido, no caso da água, é uma espécie de coagulação assim como ocorre no leite e sangue.	(1) (2) (3) (4) (5)
06	A <i>fotosíntese</i> é um fenômeno em que ocorrem várias reações químicas, com participações em volume de CO ₂ (dióxido de carbono) e O ₂ (gás oxigênio). Em relação ao fenômeno, pode-se afirmar que é um processo <i>exclusivo</i> das plantas.	(1) (2) (3) (4) (5)
07	A <i>ferrugem</i> é uma camada de cor marrom-avermelhada que se forma em superfícies metálicas (como portões e grades de ferro). A esse processo chamamos corrosão (oxidação), portanto toda vez que encontrarmos ferrugem num objeto podemos concluir que ocorreu oxidação.	(1) (2) (3) (4) (5)
08	A <i>combustão</i> de uma vela é um fenômeno que ocorre à medida que a vela vai liberando o fogo que está contido nas moléculas que compõe a vela a partir de sua	(1) (2) (3) (4) (5)

	queima.	
09	O vinho é uma bebida preparada a partir da fermentação alcoólica de uvas maduras, assim podemos afirmar que toda e qualquer fermentação é um processo sempre alcoólico.	(1) (2) (3) (4) (5)
10	É comum coletar água da chuva para consumo humano, entretanto essa água pode conter ácido carbônico, resultante da dissolução do gás carbônico presente na atmosfera pela água da chuva. Assim sendo, levando-se em conta apenas essa substância, pode-se consumir essa água sem problemas, pois tomamos refrigerantes e água gaseificada com concentração de ácido carbônico bem maior que ao encontrado na chuva.	(1) (2) (3) (4) (5)
11	Quando colocamos um comprimido efervescente em água, aos poucos o comprimido diminui de tamanho até desaparecer, a explicação desse fato é que a água derrete o comprimido.	(1) (2) (3) (4) (5)
12	Ao reagir com a água, uma determinada substância causa o aumento da concentração de íons H^+ no meio (chamada de ácido de Arrhenius). Essa substância deve ter hidrogênio (H) em sua fórmula, pois a liberação do próton (H^+) garante a acidez de uma substância.	(1) (2) (3) (4) (5)
13	O efeito estufa é um fenômeno atmosférico natural, ocorre independente da ação do homem e das atividades que o homem realiza em interação com o ambiente.	(1) (2) (3) (4) (5)
14	O uso de combustíveis é essencial para que um automóvel funcione. Nesse funcionamento o combustível é consumido e, ao ser utilizado no carro é a liberação da energia contida nas ligações químicas que liberada fará com que o motor funcione.	(1) (2) (3) (4) (5)
15	O sal de cozinha pode ser utilizado para preservar alimentos, mas normalmente utilizamos no preparo de alimentos devido ao gosto que produz. Sobre outros sais, com composições diferentes do sal de cozinha, podemos afirmar que sem dúvida qualquer outro sal irá produzir gosto salgado nos alimentos.	(1) (2) (3) (4) (5)
16	Para estudar a química envolvida na combustão da parafina (cera que envolve o pavio da vela, por exemplo), a utilização de uma vela acesa é o suficiente, pois dessa experiência podemos descobrir todas as propriedades da combustão desta substância.	(1) (2) (3) (4) (5)
17	O bolo é um tipo de alimento apreciado pela maioria das pessoas. No preparo de um bolo, ao colocarmos no forno, em questão de minutos aumenta de tamanho. Esse processo ocorre porque o bolo foi aquecido.	(1) (2) (3) (4) (5)
18	Sobre os tipos de propriedades das substâncias, podemos afirmar que as <i>propriedades específicas</i> são constantes em cada corpo, independente da quantidade e forma dos mesmos. Enquadram-se como propriedades específicas: cor, cheiro, sabor, densidade, temperatura de fusão e ebulição.	(1) (2) (3) (4) (5)

19	O ouro e a prata são classificados na categoria de metais nobres. Entretanto como um anel de prata fica escuro com o passar do tempo e o anel de ouro não, podemos então afirmar que as propriedades do ouro são mais nobres que as propriedades da prata.	(1) (2) (3) (4) (5)
20	Dependendo dos gases poluentes que são lançados na atmosfera, tais gases podem ocasionar fenômenos como chuvas ácidas ou básicas. Um exemplo é nos casos em que grandes quantidades de amônia (NH ₃) são lançadas na atmosfera, forma-se o que chamamos de chuva alcalina (básica), com efeitos tão devastadores para o ambiente, como os das chuvas ácidas.	(1) (2) (3) (4) (5)

Obrigada pela participação!

APÊNDICE - 5 – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS – FENÔMENOS DO COTIDIANO E EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA.

Sequência Didática	Atividade Desenvolvida	Duração	Metodologia
01	<p>Apresentação no curso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisador(a) responsável pelo curso. <p>Sobre o curso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tema. ▪ Frequência. ▪ Horário. ▪ Certificado. <p>Sobre a pesquisa</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Esclarecer os objetivos do curso e eventuais coletas de dados. ▪ Informar que utilizaremos recursos audiovisuais. ▪ Dinâmica da caixa de Pandora 	3h	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação da pesquisa a ser realizada. ▪ Aplicação do questionário inicial contendo 20 questões. ▪ Folha de atividade da caixa de Pandora.
02	<p>Discussão dos conceitos químicos e das técnicas de laboratório utilizadas no minicurso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Propriedades e características dos materiais. ▪ Representação das substâncias e equações químicas. ▪ Densidade de líquidos e gases. ▪ Segurança no laboratório. ▪ Manuseio e tipos de vidrarias. ▪ Leitura de volumes. 	8h	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aula expositiva com <i>Datashow</i> e experimental.
			<u>Adaptação a abordagem investigativa.</u>

03	Atividade experimental investigativa - 01: Você está recebendo uma amostra de um ácido (ácido muriático) e uma base (soda cáustica) com as mesmas concentrações e volumes. Como você faria para identificar se houve algum tipo de mudança ou transformação?	3h	Pedirei que os alunos individualmente proponham estratégias e em seguida um procedimento para resolver o problema e posteriormente façam o processo em grupo, e a partir do procedimento elaborado realizem a atividade experimental.
04	<p>Situação investigativa – 1</p> <p>Transformações químicas – novos materiais.</p> <p>Problema: Imagine que você é um grande cientista e o mundo precisa de sua ajuda para produzir novas substâncias e melhorar a qualidade de vida da população. Utilizando seus conhecimentos de química como você faria para produzir novos materiais?</p>	5h	<p>1º momento: utilização de vídeos e textos e animações sobre a formação de novos materiais.</p> <p>2º momento: discussão sobre os vídeos e texto.</p> <p>3º momento: apresentação de um problema a ser resolvido experimentalmente a partir de estratégias elaboradas de forma individual e posteriormente em grupo para chegar a um procedimento experimental para resolver problema proposto.</p> <p>Problema: Imagine que você é um grande cientista e o mundo precisa de sua ajuda para produzir novas substâncias e melhorar a qualidade de vida da população. Utilizando seus conhecimentos de química como você faria para produzir novos materiais?</p> <p>4º momento: realizar atividade experimental proposta pelo grupo.</p> <p>Todo processo será gravado através de recurso audiovisual.</p> <p>5º - coleta de dados.</p>
05	<p>Folhas de atividades - 1</p> <p>Entrevista semiestruturada - 1.</p>	2h	<p>Após os experimentos realizados os alunos responderão a folha de atividades e em seguida passarão por entrevista semiestruturada a respeito do experimento.</p> <p>Todo processo será gravado através de recurso audiovisual.</p> <p>Momento de coleta de dados.</p>

06	<p>Situação investigativa – 2</p> <p>Transformações químicas - gás</p> <p>Obtenção e identificação do gás hidrogênio.</p> <p>Problema: como é possível obter grandes quantidades de gases que naturalmente são encontrados em baixas concentrações na atmosfera?</p>	5h	<p>1º momento: utilização de vídeos e textos e animações sobre a formação de gases em geral.</p> <p>2º momento: discussão sobre os vídeos e texto.</p> <p>3º momento: apresentação de um problema a ser resolvido experimentalmente a partir de estratégias elaboradas de forma individual e posteriormente em grupo para chegar a um procedimento experimental para resolver problema proposto.</p> <p>Problema: como é possível obter grandes quantidades de gases que naturalmente são encontrados em baixas concentrações na atmosfera?</p> <p>4º momento: realizar atividade experimental proposta pelo grupo.</p> <p>Todo processo será gravado através de recurso audiovisual.</p> <p>5º - coleta de dados.</p>
07	<p>Folhas de atividades - 2</p> <p>Entrevista semiestruturada - 2.</p>	2h	<p>Após os experimentos realizados os alunos responderão a folha de atividades e em seguida passarão por entrevista semiestruturada a respeito do experimento.</p> <p>Todo processo será gravado através de recurso audiovisual.</p> <p>Momento de coleta de dados.</p>
	<p>Situação investigativa – 3</p> <p>Transformações químicas – luz</p> <p>Problema: Você precisa tirar um “self super show” para atualizar a “timeline” da sua rede social, mas o lugar está muito escuro então você precisa de luz, Como você</p>		<p>1º momento: utilização de vídeos e textos e animações sobre mecânica ondulatória e aplicação no cotidiano, chamas e luz.</p> <p>2º momento: discussão sobre os vídeos e texto.</p> <p>3º momento: apresentação de um problema a ser resolvido experimentalmente a partir de estratégias elaboradas de forma individual e</p>

08	simularia um flash de uma câmera fotográfica a partir de um metal alcalino terroso?	5h	<p>posteriormente em grupo para chegar a um procedimento experimental para resolver problema proposto.</p> <p>Problema: Você precisa tirar um “self super show” para atualizar a “timeline” da sua rede social, mas o lugar está muito escuro então você precisa de luz, Como você simularia um flash de uma câmera fotográfica a partir de um metal alcalino terroso 4º momento: realizar atividade experimental proposta pelo grupo.</p> <p>Todo processo será gravado através de recurso audiovisual.</p> <p>5º - coleta de dados.</p>
09	Folhas de atividades - 3 Entrevista semiestruturada - 3.	2h	<p>Após os experimentos realizados os alunos responderão a folha de atividades e em seguida passarão por entrevista semiestruturada a respeito do experimento.</p> <p>Todo processo será gravado através de recurso audiovisual.</p> <p>Momento de coleta de dados.</p>
10	Avaliação do projeto por meio do questionário final.	1h	Avaliação do projeto por meio do questionário final.
TOTAL	35h		

APÊNDICE - 6 – FOLHA DA CAIXA DE PANDORA**DINÂMICA DAS CAIXINHAS*****MATERIAIS UTILIZADOS:**

- Molho de chaves
- Borracha escolar
- Palito de picolé
- Bolinha de gude
- Clips
- Caixa de sapato
- Pregos
- Seringa grande e pequena

PROCEDIMENTO:

Cada grupo receberá uma caixa muito bem embalada contendo vários objetos dentro. Os componentes do grupo tentarão descobrir o que tem em cada caixinha formulando hipótese, através de algum material perceptível, a quantidade, a forma, o tipo de material, tamanho e etc.

ATIVIDADE:

1. Anotem suas observações acerca do conteúdo da caixa e criem hipóteses sobre o conteúdo da caixa.

OBSERVAÇÕES

HIPÓTESES

APÊNDICE - 7 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL ADAPTATIVA

PROBLEMA A SER RESOLVIDO:

Você está recebendo uma amostra de um ácido (ácido muriático), 5 mol/L e uma base (soda cáustica) com as mesmas concentrações e volumes. Como você faria para identificar se houve algum tipo de mudança ou transformação?

ELABORE UMA EXPLICAÇÃO DE COMO VOCÊ SOLUCIONARIA ESSE PROBLEMA

A PARTIR DAS SUAS EXPLICAÇÕES PROPONHA UMA ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL PARA CONFIRMAR A SUA EXPLICAÇÃO.

Descreva o experimento:

MATERIAIS/REAGENTES UTILIZADOS:

- solução básica – (NaOH)



- solução ácida – (HCl)



- solução alcoólica de fenolftaleína

- tubos de ensaio

- pinça de madeira

- proveta de 5 mL

- conta- gotas

O QUE FAZER:

- Coloque aproximadamente 2mL (40 gotas) de solução básica (NaOH) 5 mol/L em um tubo de ensaio.

- Adicionem, ao mesmo tubo, 2(duas) gotas de solução alcoólica de fenolftaleína e agite, levemente, o tubo.

- Em seguida, adicione a solução ácida (HCl) 5 mol/L ao mesmo tubo, até dobrar o volume da solução e agite, levemente, o tubo.

ANOTAÇÕES APÓS EXPERIMENTO PROPOSTO REALIZADO

QUESTÕES:

- Descreva a característica inicial (solução básica, solução ácida e fenolftaleína) antes da transformação.

- Descreva a característica do sistema quando vocês adicionaram gotas da solução de fenolftaleína á solução básica.

- Qual a evidência de que ocorreu uma transformação? Desenhe se preferir.

APÊNDICE - 8 – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS**SITUAÇÃO INVESTIGATIVA I – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS – NOVOS MATERIAIS****FICHA DE ATIVIDADES****PROBLEMA**

O universo é formado por matéria e uma das principais características da matéria é sofrer transformações. A matéria encontra-se em constante transformação na natureza, sofrendo mudanças físicas (que não alteram a identidade da substância) e químicas (ocorre mudança na natureza da substância). No decorrer do tempo observa-se que o ser humano apropriou-se desse conhecimento e o utilizou ao seu favor, produzindo novos materiais, criando novas técnicas para preservar alimentos e produzir energia, gerando progresso para melhorar a qualidade e aumentar a expectativa de vida. A matéria pode sofrer uma mudança na sua constituição é ser transformada em outro tipo de material ou substância. No dia a dia é comum misturarmos diferentes substâncias. Quando cozinhamos, por exemplo, misturamos diferentes ingredientes para obter um resultado final diferente do inicial, ou seja, mudamos a natureza dos ingredientes para formarmos outras substâncias, ocorrendo o que chamamos de reações químicas.

Imagine que você é um grande cientista e o mundo precisa de sua ajuda para produzir novas substâncias e melhorar a qualidade de vida da população. Utilizando seus conhecimentos de química como você faria para produzir novos materiais?

**OBJETIVO**

- Resolução do problema
- Definir procedimento/reagentes para produzir novos materiais baseados nas características e propriedades da matéria.

**PISTAS**

1. Pense nos fenômenos físicos e químicos que ocorrem diariamente e a diferença entre eles.
2. Pense nas características que você observar ao cozinhar algum tipo de alimento para saber se os ingredientes já estão no ponto para serem ingeridos.
3. Pense se os alimentos que foram preparados inicialmente são idênticos ao final do preparo ou se houve alguma mudança.



CRIANDO HIPÓTESES

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.



MATERIAIS DISPONÍVEIS

- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) – 0,1 mol/L;



- Solução de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) – 0,1 mol/L;



- 1 tubo de ensaio;

- Proveta de 5 mL;

- Conta-gotas



PROCEDIMENTOS

1. Separe aproximadamente 4 mL (80 gotas) de NaOH - 0,1 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Separe aproximadamente 4 mL (80 gotas) de CuSO_4 - 0,1 mol/L em um tubo de ensaio;
3. Em seguida misture as duas soluções de NaOH e CuSO_4 .

APÊNDICE 9 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

SITUAÇÃO INVESTIGATIVA II- TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS – GÁS FICHA DE ATIVIDADES



Ao longo do tempo percebemos a evolução da tecnologia graças a novos estudos que observam as modificações que ocorrem na matéria, trazendo grandes benefícios e desenvolvimento social e tecnológico. Um exemplo é a utilização dos gases que compõe o ar da atmosfera que possuem grande utilidade para produção de energia e processos industriais. Apesar de aparecer em uma pequena quantidade na atmosfera (conforme tabela 1.1 – texto 1), o hidrogênio possui grande importância no dia a dia e para indústria energética. O hidrogênio é um gás incolor, inodoro, insípido, inflamável. É o elemento químico mais simples. As reações de metais e ácidos têm como produto um sal e o gás hidrogênio.

Como é possível obter grandes quantidades de gases que naturalmente são encontrados em baixas concentrações na atmosfera?



OBJETIVO

- Resolução do problema
- Definir materiais e procedimentos para realizar um processo simples de obtenção e identificação do gás hidrogênio.



PISTAS

1. Pense em qual elemento mais abundante do planeta e suas características.
2. Pense em possíveis produtos na forma de gás obtidos através de reações entre ácidos e metais.

CRIANDO HIPÓTESES

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.





MATERIAIS DISPONÍVEIS

- 2 tubos de ensaio;
 - 1 rolha atravessada por um tubo de vidro;
 - 1 caixa de fósforos;
 - 1 palha de aço;
- 10 mL de ácido clorídrico concentrado ou ácido muriático.

PROCEDIMENTOS

1. Coloque um pedaço pequeno de palha de aço em um tubo de ensaio e adicione 5 mL de ácido clorídrico.
2. Tampe o sistema com a rolha furada.
3. Colete gás com o auxílio de outro tubo de ensaio. (Com o fósforo, coloque a chama dentro do tubo de ensaio que contém o gás).
4. Aproxime apenas o fósforo aceso da boca do tubo, tomando cuidado para não deixar os dedos na região de saída dos vapores aquecidos.



APÊNDICE 10 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

SITUAÇÃO INVESTIGATIVA III – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS - LUZ

FICHA DE ATIVIDADES



PROBLEMA

O homem sempre lutou pela sua sobrevivência. A confecção e o aprimoramento de ferramentas, o desenvolvimento da agricultura e da pecuária, bem como de técnicas cerâmicas e metalúrgicas surgiram do empenho de grupos humanos para garantir essa sobrevivência. E com o tempo foram surgindo novas necessidades que foram supridas principalmente, pelo uso e transformação de materiais da natureza (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera). O que possibilitou no decorrer do tempo o avanço tecnológico. Na atualidade temos que nos render aos diversos aparatos tecnológicos como computadores e celulares. Nossos jovens estão fazendo uso de celulares com câmeras cada vez mais potentes, disputando para ver quem tira a melhor *self* e posta nas redes sociais. Lembrando que no passado para tirar uma foto era necessária a combustão de barras de magnésio. Esses avanços foram possibilitados pelas diversas transformações na matéria da ciência química.

Você precisa tirar um “self super show” para atualizar a “timeline” da sua rede social, mas o lugar está muito escuro então você precisa de luz, Como você simularia um flash de uma câmera fotográfica a partir de um metal alcalino terroso?



OBJETIVO

- Resolução do problema
- Definir materiais e procedimentos para simular um flash de câmera fotográfica.
- Verificar as transformações químicas e formação de luz.

CRIANDO HIPÓTESES

Elabore uma explicação, usando conceitos químicos, que você deve adotar a para resolver os problemas acima.

Elabore uma estratégia (experimento) para validar a sua explicação.



MATERIAIS DISPONÍVEIS



- Fita de Magnésio (com cerca de 3 cm);
- 1g de cloreto de cobre;
- 1g de cloreto de potássio;
- Lamparina;
- Garra de madeira;

PROCEDIMENTOS



1. _____.
2. _____.
3. _____.
4. _____.
5. _____.

APÊNDICE - 11 – FOLHAS DE ATIVIDADES 1



FOLHA DE ATIVIDADE I – NOVOS MATERIAIS

QUESTÕES – DESENHE SE ACHAR NECESSÁRIO.

Descreva as características macroscópicas Antes do experimento	Descreva as características macroscópicas Após o experimento

1. Você percebeu alguma evidência de transformação no sistema? Quais foram?

2. Como você poderia identificar as novas substâncias que foram formadas?

3. Represente (através de desenhos e equações) as transformações químicas que ocorreram na investigação I.

4. Como você explica a formação de novos materiais na investigação realizada?

RESPOSTA AO PROBLEMA



APÊNDICE - 12 – FOLHAS DE ATIVIDADES 2

FOLHA DE ATIVIDADE II – FORMAÇÃO DE GÁS



QUESTÕES – CASO ACHE NECESSÁRIO DESENHE.

Descreva as características macroscópicas Antes do experimento	Descreva as características macroscópicas Após o experimento

1. Você percebeu alguma evidência de transformação no sistema? Quais foram?

2. Como você poderia identificar as novas substâncias que foram formadas?

3. Represente (através de desenhos e equações) as transformações químicas que ocorreram na investigação I.

4. Como você explica a formação de gás na investigação realizada?



RESPOSTA AO PROBLEMA

APÊNDICE - 13 – FOLHAS DE ATIVIDADES 3

FOLHA DE ATIVIDADE III – FORMAÇÃO DE LUZ



QUESTÕES – CASO ACHE NECESSÁRIO DESENHE.

Descreva as características macroscópicas Antes do experimento	Descreva as características macroscópicas Após o experimento

1. Você percebeu alguma evidência de transformação no sistema? Quais foram?

2. Como você poderia identificar as novas substâncias que foram formadas?

3. Represente (através de desenhos e equações) as transformações químicas que ocorreram na investigação I.

4. Como você explica a formação de luz na investigação realizada?

RESPOSTA AO PROBLEMA



APÊNDICE - 14 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA 1

ROTEIRO DE ENTREVISTA - SITUAÇÃO INVESTIGATIVA I



QUESTÕES GERAIS:
1. Utilizando conceitos químicos, explique o que você entendeu sobre os fenômenos estudados.
2. Você poderia explicar o raciocínio utilizado para propor as hipóteses e estratégias.
3. Você sentiu dificuldades para participar da atividade? Se sim, qual? Se não, por quê?
QUESTÕES ESPECÍFICAS – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS
4. Em relação à situação investigativa I:
a) Descreva o experimento 1.
b) Quais imagens, fatos ou fenômenos mais lhe chamaram atenção?
c) De alguma forma essas imagens ou fatos lhe ajudariam a dá explicações? De que maneira?
d) Para você, algum dos componentes/substâncias tinha mais importância que outros no experimento? Por quê?
e) Tendo em mente o experimento I, você poderia explicar a evidência de transformação química que envolve a formação de novos materiais (produção de gás; produção de luz)?
5. Como você concluiu que houve algum tipo de transformação? Como você explicaria o fenômeno das transformações químicas?

Obrigada!

APÊNDICE - 15 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA 2

ROTEIRO DE ENTREVISTA - SITUAÇÃO INVESTIGATIVA II



QUESTÕES GERAIS:
1. Utilizando conceitos químicos, explique o que você entendeu sobre os fenômenos estudados.
2. Você poderia explicar o raciocínio utilizado para propor as hipóteses e estratégias.
3. Você sentiu dificuldades para participar da atividade? Se sim, qual? Se não, por quê?
QUESTÕES ESPECÍFICAS – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS
4. Em relação à situação investigativa I:
a) Descreva o experimento 2.
b) Quais imagens, fatos ou fenômenos mais lhe chamaram atenção?
c) De alguma forma essas imagens ou fatos lhe ajudariam a dá explicações? De que maneira?
d) Para você, algum dos componentes/substâncias tinha mais importância que outros no experimento? Por quê?
e) Tendo em mente o experimento II, você poderia explicar a evidência de transformação química que envolve a formação de produção de gás?
5. Como você concluiu que houve algum tipo de transformação? Como você explicaria o fenômeno das transformações químicas?

Obrigada!

APÊNDICE - 16 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA 3

ROTEIRO DE ENTREVISTA - SITUAÇÃO INVESTIGATIVA III



QUESTÕES GERAIS:
1. Utilizando conceitos químicos, explique o que você entendeu sobre os fenômenos estudados.
2. Você poderia explicar o raciocínio utilizado para propor as hipóteses e estratégias.
3. Você sentiu dificuldades para participar da atividade? Se sim, qual? Se não, por quê?
QUESTÕES ESPECÍFICAS – TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS
4. Em relação à situação investigativa III:
a) Descreva o experimento 3.
b) Quais imagens, fatos ou fenômenos mais lhe chamaram atenção?
c) De alguma forma essas imagens ou fatos lhe ajudariam a dá explicações? De que maneira?
d) Para você, algum dos componentes/substâncias tinha mais importância que outros no experimento? Por quê?
e) Tendo em mente o experimento III, você poderia explicar a evidência de transformação química que envolve a produção de luz?
5. Como você concluiu que houve algum tipo de transformação? Como você explicaria o fenômeno das transformações químicas?

Obrigada!

APÊNDICE - 17 – QUESTIONÁRIO FINAL

1. Você gostou de participar do curso:

sim Não Um pouco

Justifique _____

2. Dê uma nota de 0 a 10 sobre a contribuição dos experimentos para a sua aprendizagem de química

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7() 8() 9() 10()

3. O curso serviu para você refletir como ocorrem as transformações químicas e seu modo de pensar a respeito das mesmas:

sim Não Um pouco

Justifique _____

4. Faça uma avaliação do professor durante o curso.

5. Em sua opinião quais foram os aspectos positivos do curso?

6. Em sua opinião quais foram os aspectos negativos do curso?

7. O curso contribuiu de alguma maneira para sua formação?

8. Você tem alguma sugestão em relação ao curso?

Obrigada!