UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
PROCESSOS SOCIOEDUCATIVOS E PRÁTICAS ESCOLARES

DENILSON ALVES DE ARAUJO

POSSIBILIDADES DE ARTICULAÇÃO DOS ASPECTOS TEÓRICO E PRÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTUDO ENVOLVENDO ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

SÃO JOÃO DEL-REI
FEVEREIRO DE 2016

DENILSON ALVES DE ARAUJO

POSSIBILIDADES DE ARTICULAÇÃO DOS ASPECTOS TEÓRICO E PRÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTUDO ENVOLVENDO ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação – Processos Socioeducativos e Práticas Escolares da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de Pesquisa: Discursos e Produção de Saberes nas Práticas Educativas

Orientador: Professor Dr. Murilo Cruz Leal (*in memoriam*)
Coorientador: Professor Dr. Paulo César Pinheiro

SÃO JOÃO DEL-REI
FEVEREIRO DE 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
PROCESSOS SOCIOEDUCATIVOS E PRÁTICAS ESCOLARES

DENILSON ALVES DE ARAUJO

"POSSIBILIDADES DE ARTICULAÇÃO DOS ASPECTOS TEÓRICO E PRÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTUDO ENVOLVENDO ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO"

Banca examinadora

Prof. Dr. Paulo César Pinheiro - Coorientador
Universidade Federal de São João del-Rei - MG

Profa. Dra. Marcia Borin da Cunha - Titular
Universidade Estadual do Oeste do Paraná- PR

Profa. Dra. Priscila Correia Fernandes - Titular
Universidade Federal de São João del-Rei - MG

São João del-Rei
Fevereiro de 2016

Quando passares pelas águas estarei contigo, e quando pelos rios, eles não te submergirão; quando passares pelo fogo, não te queimarás, nem a chama arderá em ti. (Is. 43)

À minha mãe que todos os dias nos dá o exemplo
de força de vida, luta, coragem e paciência.

Ao meu inesquecível amigo Professor Murilo que me escolheu, confiou,
me orientou e me deu força para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que por sua infinita misericórdia e pela interseção da Sempre Virgem Maria conduz a minha vida e me sustentou durante toda essa jornada.

À minha querida mãe Ana Alves de Araujo, por toda dedicação e cuidado que teve para comigo quando ela estava com plena saúde e que hoje, apesar de todas as provações, continua sendo meu exemplo de vida. Todas ou quaisquer palavras não seriam suficientes para agradecer a preciosidade do nosso convívio.

A toda a minha família, irmãos, irmãs, tias e sobrinhos que me incentivaram durante a realização deste sonho.

Ao meu orientador, Professor Murilo Cruz Leal, *in memória*, pela amizade, confiança, exemplo de educador, e pelos muitos ensinamentos que contribuíram para minha formação.

Ao Professor Paulo César Pinheiro que, com sua amizade e generosidade, me acolheu e me ajudou a concluir este trabalho.

Aos professores do curso de pós-graduação em educação: Écio, Laerthe, Maria do Socorro, Paulo César e Murilo que formaram meu pensamento em suas brilhantes aulas.

Aos colegas de turma de mestrado de 2013, pelas aprendizagens e amizades construídas. Um agradecimento especial aos amigos Betty, André e Claudilene.

À coordenadora do curso de pós graduação em educação professora Dra. Giovana Scareli e ás secretárias do curso de pós-graduação Ludmila e Fabiana pela atenção e cordialidade em nos atender.

Aos meus amigos Giordane pela ajuda imprescindível neste trabalho e à Helena pelo seu incentivo e parceria.

Aos professores Fátima, Patrícia e Valdir Mano, sempre prontos a me ajudar, e a todos os professores do Curso de Química do Departamento de Ciências Naturais da UFSJ.

Aos amigos Anderson, Everton, Pedro Paulo, Samara, Viviane, Adalgisa e todos aqueles que possuem um lugar reservado no meu coração.

Aos amigos do CEFS: Rosangela, Adriane, Ana Lucia, Nelson, Kau, Eliana, Lena, Alcimara e todos aqueles que fazem da educação uma alegria.

Aos meus amigos de laboratório: Alexsandro, Alexandre Einstein, Agostinho, Augusto, Claudio e Pauline.

Aos diretores das escolas onde fizemos a coleta de dados para esta pesquisa e a todos os alunos que gentilmente aceitaram participar da pesquisa.

“Ao ler um livro de química, deparei com a seguinte afirmação: “ácido nítrico age sobre o cobre” e resolvi ver o que isso significava. Tendo conseguido um pouco de ácido nítrico, queria apenas compreender o que a palavra ‘agir sobre’ significava. Em prol do conhecimento, estava disposto a desperdiçar uma das poucas moedas de cobre que tinha. Coloquei uma delas na mesa, abri uma garrafa com a etiqueta ‘ácido nítrico’, derramei um pouco do líquido no cobre e me preparei para observar. Mas o que foi essa coisa extraordinária que presenciei? A moeda já tinha se transformado, e não foi uma pequena transformação. Um líquido azul-esverdeado espumou e lançou fumaça sobre a moeda e a mesa. O ar ficou vermelho-escuro. Como poderia parar isso? Tentei pegar a moeda e jogá-la pela janela. Aprendi outro fato: ácido nítrico age sobre os dedos. A dor conduziu-me para outro experimento não premeditado. Esfreguei meus dedos na calça e descobri que ácido nítrico age sobre calças. Esta foi a experiência mais impressionante que já fiz. Mesmo agora, falo disso com preocupação. Foi assustador para mim. Obviamente a única maneira de entender esses notáveis tipos de ação é observando os resultados, experimentando, trabalhando em laboratório”.

Ira Remsen (1846-1927) (In: FONSECA, 2001)

RESUMO

A experimentação é uma ferramenta pedagógica importante no ensino da química, mas que precisa estabelecer relações com a teoria para compreensão dos aspectos básicos do conhecimento dessa ciência. Há recomendações nesse sentido na literatura e em diretrizes curriculares, como, por exemplo, na proposta curricular da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais. O problema, no entanto, é como efetivar tal articulação na prática. Esta pesquisa teve como objetivo identificar possibilidades de articulação entre os aspectos fenomenológico e teórico do conhecimento químico, tomando por base a observação de fenômenos por um grupo de dezoito alunos do terceiro ano do ensino médio, provenientes de escolas públicas do município de São João del-Rei, MG. Aos estudantes foram apresentados três fenômenos: ebulição da água, oxidação do zinco e a dissolução de um comprimido efervescente, individualmente ou em grupo. Em cada fenômeno, os alunos foram solicitados responder questões preditivas, explicativas e envolvendo a correlação com conceitos por meio de um questionário. Esse instrumento foi aperfeiçoado após a realização de uma investigação inicial, destacando-se a inserção de palavras do universo teórico do conhecimento químico na questão explicativa com a sugestão de escolha e inserção de uma delas nas respostas dos estudantes. Para análise, utilizamos a ferramenta metodológica da análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin aplicada aos conteúdos das respostas apresentadas pelos alunos. Observou-se que a articulação entre empírico e teórico foi mais superficial na investigação inicial e mais expressiva no seguinte. A conclusão é que ao dar "pistas" por meio dos "signos" do conhecimento teórico, os alunos são levados a transitar entre aquilo que é visível e a construção de explicações no nível submicroscópico.

PALAVRAS CHAVES: fenômeno, teoria, articulação, ensino de química.

Abstract

Experimentation is an important educational tool in the teaching of chemistry, but it needs to establish relationships with the theory for understanding the basic aspects of this science knowledge. In this regard, there are recommendations in the literature and in the curriculum guidelines, as the official curriculum of the State Secretary Education of Minas Gerais. The problem, however, is how to enforce this articulation in practice. This research aimed to identify possibilities of articulation between the phenomenological and theoretical aspects of the chemical knowledge, based on the observation of phenomena by a group of eighteen students of the third year of high school from public schools of the city of São João del-Rei, MG. Three phenomena were presented to the students: boiling water, zinc oxidation and dissolution of an effervescent tablet, individually or in groups. In every phenomenon, students were asked to answer predictive and explanatory questions and about concepts correlation by means of a questionnaire. This instrument was improved after conducting an initial investigation, highlighting the inclusion of words from the chemistry theoretical fieldin the explanatory question with the suggestion to choose and insert one of them by the students in their responses. For the analysis, we used the methodological tool of the content analysis proposed by Laurence Bardin applied to the content of the answers given by the students. It was observed that the relationship between the empirical and theoretical aspects was more superficial in the initial investigation and most significant in the next. The conclusion is that when giving "clues" through "signs" from the theoretical knowledge, students are taken to transit between what is visible and what happens in the submiscroscopic level.

Key Words: phenomenon, theory, articulation, chemistry teaching.

LISTA DE ANEXOS

Anexo: 7.1 - Autorização para coleta de dados 97
Anexo: 7.2 - Formulário para coleta de dados do experimento 1..... 98
Anexo: 7.3 - Formulário para coleta de dados do experimento 2 100
Anexo: 7.4 - Formulário para coleta de dados do experimento 3..... 102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Correlação entre os níveis de representação do conhecimento químico 21

Figura 2 Os três componentes básicos da “Nova Química ”..... 22

Figura 3 Formas de tratamento dos temas da química 23

Figura 4 Movimentos Epistêmicos 28

Figura 5 Focos de interesse da química 36

Figura 6 Aspectos do conhecimento químico 37

Figura 7 Experimento 1: Fogo sob água 61

Figura 8 Colocando um pedaço de zinco no ácido 73

Figura 9 Representação e equação do experimento 3 81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Competências e habilidades a serem desenvolvidas em química	30
Quadro 2	Relação entre as categorias e as questões	63
Quadro 3	Previsões feitas pelos alunos para experimento 1	65
Quadro 4	Termos disponibilizados para os alunos explicar o experimento 1	68
Quadro 5	Explicações dadas pelos alunos para o experimento 1.....	68
Quadro 6	Correlação de conceitos feitos pelos alunos para o experimento 1	71
Quadro 7	Previsões feitas pelos alunos para experimento 2	74
Quadro 8	Termos disponibilizados para os alunos explicar o experimento 2	76
Quadro 9	Explicações dadas pelos alunos para o experimento 2	77
Quadro 10	Correlação de conceitos feitos pelos alunos para o experimento 2	80
Quadro 11	Previsões feitas pelos alunos para experimento 3	82
Quadro 12	Termos disponibilizados para os alunos explicar o experimento 3	84
Quadro 13	Explicações dadas pelos alunos para o experimento 3.....	85
Quadro 14	Correlação de conceitos feitos pelos alunos para o experimento 3	87

LISTA DE SIGLAS

A1 ..... Aluno 1

A2 ..... Aluno 2

A3 ..... Aluno 3

A4 ..... Aluno 4

AG ..... Alunos em grupo

CBCs ..... Conteúdos Básicos Comuns

E1 ..... Escola 1

E2 ..... Escola 2

E3 ..... Escola 3

PCN ..... Parâmetros Curriculares Nacionais

PCQ-MG ... Parâmetros Curriculares de Química para o Estado de Minas Gerais

PDP ..... Projeto de Desenvolvimento Profissional

PIBID ..... Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência

PNLEM .... Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SEE-MG .... Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO 14

1.1 - O encontro com a temática 14

1.2 - Os objetivos e as perguntas da pesquisa 16

1.3 - Estrutura da disertação 17

2- A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DA QUÍMICA – CONSTRUINDO UM REFERENCIAL TEÓRICO 19

2.1- O modelo de Johnstone e os níveis de representação do conhecimento químico . 20

2.2- Os aspectos do conhecimento químico e as operações epistêmicas 26

2.3- A experimentação no PCN 29

2.4 - A experimentação no PCQ-MG 33

2.5 - A experimentação nos CBCs da Química 40

2.6 - Orientações para a inserção da experimentação no ensino da química 42

2.7 - O papel da experimentação no ensino da química 43

3- FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA 49

3.1- Processo de preparação e coleta de dados 54

3.1.2 - Identificação das escolas onde realizou-se a coleta de dados 56

3.2- Processo de unitarização e a definição das unidades de registro 57

3.3 Processo de categorização 57

3.4 A descrição 61

3.5 A interpretação dos dados 61

4- OS EXPERIMENTOS, AS PERCEPÇÕES E AS COMPREENSÕES DOS ALUNOS 64

4.1 - O experimento 1: Aquecimento da água 64

4.1.1 - Prevendo o experimento 1 64

4.1.2 - Explicando o experimento 1 67

4.1.3 - Correlacionando conceitos do experimento 1 69

4.2 O experimento 2: Zinco e ácido clorídrico 73

4.2.1 - Prevendo o experimento 2 73

4.2.2 - Explicando o experimento 2 75

4.2.3 - Correlacionando conceitos do experimento 2 78

4.3 O experimento 3: Comprimido Efervescente e Água em diferentes Temperaturas 81

4.3.1 - Prevendo o experimento 3 81

4.3.2 - Explicando o experimento 3 83

4.3.3 - Correlacionando conceitos do experimento 3 85

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 88

6- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 91

7- ANEXOS 97

1- INTRODUÇÃO

> *"O empírico avança para a compreensão do fenômeno à medida que abstrai os sentidos e se apóia em medidas instrumentais mais precisas, passíveis de reprodução extemporânea"(GIORDAN, 1999)*

Nesta pesquisa procuramos identificar possibilidades de articulação entre a teoria e a prática no ensino de química por meio da interação com alunos do ensino médio de três escolas públicas da cidade de São João del-Rei, MG. Sabe-se que o ensino de química é alicerçado em pilares conhecidos como os aspectos constituintes do conhecimento químico: os fenômenos, as teorias e as representações. Estes aspectos foram apresentados como um triângulo na Proposta Curricular de Química para o estado de Minas Gerais– PCQ-MG (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO,1998).Posteriormente, a articulação entre os aspectos do conhecimento químico foi reapresentada na Proposta Curricular de Química – Ensino Médio (SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, 2007, p. 17) com a denominação de "Formas de Abordagem", sendo, então, distribuída às escolas em 2008. Tal publicação inclui os Conteúdos Básicos Comuns da Química, conhecidos como CBCs. Apresente pesquisa tem como ponto de partida uma reflexão sobre os aspectos do conhecimento químico e também uma reflexão de pesquisadores sobre a experimentação, que muito dizem sobre este instrumento de ensino, mas poucos retratam a posição dos alunos.

1.1 - O encontro com a temática

> "... saber ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar possibilidades para a sua própria construção"(FREIRE, 1996)

Enquanto professor de química na escola básica e técnico de laboratório de química na Universidade Federal de São João del-Rei, sempre me questionei sobre o significado das aulas práticas para os alunos e como eles relacionavam os conhecimentos teóricos com os fenômenos dando significado à construção de seus conhecimentos.

Na escola básica considero que as aulas experimentais são vistas pelos estudantes como simples atração, distração ou ainda uma espécie de fuga das aulas tradicionais onde são alvos do excesso de conteúdos que estimulam a memorização e fazem com que os alunos sintam dificuldade em relacionar a teoria desenvolvida em sala de aula com a realidade dos fenômenos que acontecem em seus cotidianos. Mesmo quando estão no laboratório não é raro ouvir de alguns alunos que mesmo as aulas experimentais poderiam ser diferentes com

misturas que provoquem explosão ou fogo, sem preocupação com a construção do conhecimento químico.

Em minhas experiências profissionais trabalhando no ensino superior sempre encontro com alunos que não questionam os fenômenos observados nas aulas experimentais, se atendo somente ao que é visível ou ao que é macroscopicamente observável e sem relacionar aos modelos submicroscópicos como as interações, os movimentos dos elétrons, a formação de íons e outros.

Sabemos que a química é uma matéria difícil de ensinar e como apontam Treagust e Chittleborugh (2001) "ensinar química é importante, pois sendo uma ciência da natureza, contribui para a alfabetização científica necessária para formação de cidadãos críticos e ativos". Segundo Santos e Schnetzler (1996), o ensino da química deve ser beneficiado por reflexões a respeito de como o conhecimento químico se constrói e se constitui e como se manifesta nas atividades dos profissionais que dele fazem uso.

Como professor de química, acredito ser necessário procurar conhecer um pouco da filosofia da química que é uma das áreas do conhecimento que busca o entendimento e assim, encontrar um referencial que ajude a entender como o processo de ensino-aprendizagem pode ser aperfeiçoadoe o conhecimento construído. Treagust e Chittleborugh (2001) destacam a importância das reflexões sobre como funcionam os conceitos abstratos e as explicações no ensino da química e afirmam:

> A química é um assunto difícil de ensinar porque tem muitos conceitos abstratos que são totalmente desconhecidos dos alunos, cujas representações estão, muitas vezes, em conflito com as explicações aceitas cientificamente (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH, 2001, p.240, tradução nossa)

Dessa forma, considero que nós professores necessitamos assumir o papel de agentes transformadores,utilizando a experimentação como recurso pedagógico não somente com o intuito de deixar o ensino mais atrativo, mas para facilitar a construção do conhecimento com melhor compreensão dos conteúdos mostrando que o motivo pelo qual se aprende química é fazer uma leitura de como o universo funciona.

1.2 - Os objetivos e as perguntas da pesquisa

> *"Eu insistiria em que a origem do conhecimento está na pergunta, ou nas perguntas, ou no atomesmo de perguntar; eu me atreveria a dizer que a primeira linguagem foi uma pergunta, a primeira palavra foi a um só tempo pergunta e resposta,num ato simultâneo"(FREIRE; FAUNDEZ, 1985)*

Tendo como ponto de partida a reflexão sobre o triângulo dos aspectos do conhecimento químico, os vértices ou aspectos fenomenológico e teórico, em particular, foi o que nos levou a propor um objetivo para esta pesquisa: **identificar possibilidades de articulação entre os aspectos teórico e fenomenológico no ensino de química realizando operações epistêmicas.**

A ideia de operação epistêmica foi incluída nesta pesquisa quando nos propusemos a fazer leituras de textos sobre a construção do conhecimento. Uma reflexão sobre operação epistêmica, um pouco mais detalhada, será apresentada no capitulo dois, mas já esclarecemos que as falas e ações dos estudantes, embora possam ser analisados do ponto de vista do argumento[1], mostram a existência de construção de conhecimento. É esta construção e a consolidação do conhecimento que chamamos de operações epistêmicas. Segundo Jimenez (2003), durante uma atividade empírica as operações processuais e técnicas aplicadas dizem respeito a operações características da prática científica:

> A análise do conteúdo do discurso dos alunos geralmente é guiada, em primeiro lugar, por decisões epistemológicas sobre "o que conta como" (dados, observação, comparação com protótipo, etc.) que ocorrem durante as transformações e, por outra parte, pelas operações processuais e técnicas utilizadas durante a aquisição de dados.(JIMÉNEZ, 2003, p. 364)

Alguns exemplos de operações epistêmicas são os procedimentos explicativos, definições, classificação, relações causais, apelo a analogias ou comparações, ou construção de dados que podem ser interpretados como característica dos processos de construção do conhecimento da ciência experimental (Ibid.).

Para nos guiar, estabelecemos algumas questões para essa pesquisa, as quais são:

- Os alunos articulam o aspecto o teórico espontaneamente frente a um fenômeno?

-O que ocorre quando elementos do campo teórico são sugeridos para a construção de suas interpretações?

[1] Um argumento pode ser definido como uma afirmação seguida por uma justificativa ou como uma justaposição de duas afirmações opostas a que chamamos de argumento e conta argumento. (Nota nossa)

- Que atitudes o professor pode tomar para auxiliar a articulação com o aspecto teórico nas aulas experimentais de química?

Estas questões nos permitirão entender como os alunos relacionam o experimento e a teoria a partir de seus conhecimentos, sejam aqueles construídos em sala de aula e também aqueles constituídos a partir dos conhecimentos adquiridos pela observação de fenômenos no dia a dia.

1.3 - Estruturada dissertação

No capítulo dois, procuramos fazer a revisão bibliográfica sobre o que pensam alguns autores sobre a experimentação, construindo assim um referencial teórico e destacando as principais concepções relativas à realização de experimentos no ensino e sua relação com os conteúdos de química. Neste capítulo procuramos situar o uso da experimentação como ferramenta pedagógica no ensino de ciências,enfatizando concepções epistemológicas, reflexões sobre os aspectos do conhecimento químico e sobre os procedimentos experimentais no ensino de química, a fim de fundamentar nosso percurso até o objetivo.Também nesse capítulo apresentamos os aspectos relacionados ao ensino de química, procurando trazer à tona os pressupostos que orientam os Parâmetros Curriculares Nacionais, a Proposta Curricular para o Ensino de Química no Estado de Minas Gerais e os Conteúdos Básicos Comuns da Química. Assim, procuramos trazer um breve estudo de onde surgiram os pilares que atualmente sustentam o conhecimento químico e fazer uma avaliação das dificuldades relacionadas à implantação da proposta curricular em salas de aula no que se refere à articulação e as interações entre os vértices do triângulo.

No capítulo três apresentamos nossa compreensão sobre a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977) que escolhemos como ferramenta metodológica. Com esta ferramenta, esperamos poder entender como se processa o pensamento dos alunos ao expressarem suas ideias sobre um conteúdo já estudado e também como constroem a relação empiria-teoria.

A própria autora desta ferramenta metodológica (BARDIN, 1977) se refere à Análise de Conteúdo como um conjunto de instrumentos metodológicos que se aperfeiçoa constantemente e que se aplica a discursos diversificados. A autora afirma que a Análise de Conteúdo não é só um instrumento, mas uma coleção ou mesmo um conjunto de instrumentos. No entanto pode-se dizer que se trata de um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um vasto campo de aplicação. “Seguem-

se vários caminhos, inclusive dando margem a pesquisas de natureza quantitativa ou qualitativa" (BARDIN, 1977, p.31).

No capítulo quatro, apresentamos como foi feita a análise de conteúdo dos discursos dos alunos, a respeito de suas ideias sobre a integração entre os dois pólos da relação empiria-teoria. Para esta análise utilizamos categorias consideradas chaves para a representação de operações epistemológicas, que caracterizam a forma ou o modo que os alunos constroem seus conhecimentos.

Concluída a fase de discussão dos dados, apresentamos no último capítulo nossas considerações sobre a pesquisa, fazendo uma confrontação entre os elementos observados na análise de conteúdo das comunicações dos alunos entrevistados, destacando os pontos mais importantes e de maior interesse, procurando evidenciar as respostas que encontramos para nossas indagações, nossas observações,conclusões e oque esperamos para depois da realização desta pesquisa.

2 - A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DA QUÍMICA – CONSTRUINDO UM REFERENCIAL TEÓRICO

> "Para compreender a teoria é preciso experienciá-la. A realização de experimentos, em Ciências, representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e possa estabelecer a dinâmica e a indissociável relação entre teoria e prática" (FREIRE, 1977)

Segundo Silva *et al.* (2010) a experimentação tem um importante papel no fazer ciências desde o século XVIII. Historicamente, é tida como um recurso didático muito valorizado, chegando a ser proclamada como a grande solução para o ensino de Ciências:

> O papel da experimentação no ensino de ciências é historicamente reconhecido por filósofos desde o século 18, mas somente nas últimas décadas do século 19 as atividades experimentais foram inseridos nos currículos da Inglaterra e Estados Unidos. A consolidação da experimentação como estratégia de ensino, no entanto, deu-se de forma significativa nas escolas na segunda metade do século XX. (SILVA *et al.* 2010. p. 231)

No Brasil, o trabalho de laboratório foi trazido pelos portugueses no século XIX por uma necessidade socioeconômica daquele século. Neste mesmo período, a experimentação foi inserida no ensino de ciências "[...] em uma abordagem utilitarista associando a teoria à experimentação, por exemplo, na extração e transformação de minérios em metais" (SILVA, *et al*, 2010. p. 231-261)

No século XX, órgãos oficiais recomendaram que instituições de ensino construíssem laboratórios equipados para as aulas de ciências. Nos anos 30, seguindo o movimento da Escola Nova que se aproximava da proposta do educador americano John Dewey, a experimentação tomou maior destaque. A proposta de John Dewey procurava ressaltar o fazer por parte dos alunos e as atividades experimentais se encaixavam bem nesta proposta:

> Assim, o ensino deveria estar associado a uma realidade próxima do aluno, na tentativa de conectar as experiências cotidianas com o pensamento reflexivo. A escola, de uma forma geral, deveria substituir os métodos tradicionais (teórico, livresco, memorizador, estimulando a passividade) por uma metodologia ativa, incluindo atividades experimentais. (TUNES *et al*., 2010, p. 232).

Atualmente, segundo Tunes *et al* (2010), os programas instrucionais não têm um foco específico em atividades experimentais, mas buscam uma melhoria geral no sistema de ensino com ações coordenadas em diversas frentes, abordando material didático por meio do Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio – PNLEM, desenvolvendo

processos de formação inicial de professores em programas como o PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência,e cursos de especialização para professores dos Ensinos Fundamentais e Médio da Rede Publica, entre outros.

Partimos da premissa de que a experimentação no ensino de química deve ser considerada como uma atividade que permita a articulação entre fenômenos e teorias, ou seja, entre os aspectos empírico e o teórico. Desta forma, a construção do conhecimento químico deveria ser sempre uma relação entre o fazer e o pensar.

Os conteúdos teóricos da química são formulados para explicar os fenômenos da natureza. Uma das características das teorias é sua capacidade de explicar fenômenos análogos, ou seja, de generalizar as explicações dos fenômenos da natureza e daqueles controlados nos laboratórios.

O conhecimento químico se processa em níveis de compreensão e a articulação entre estes níveis é que constrói o conhecimento. O estudo de Alex Johnstone nos ajuda a compreender os significados desses níveis e é um dos principais referenciais que discute a questão das representações no ensino de química.

2.1 - O modelo de Johnstone e os níveis de representação do conhecimento químico

Em relação aos níveis de representação do conhecimento químico, Johnstone (1982) foi um dos primeiros pesquisadores a propor um modelo para explicar a relação entre eles em seu artigo "*Macro and micro-chemistry*". Neste artigo publicado na revista *Chemical Education*, o autor afirma que todos os temas tratados pela química podem ser representados em três níveis: o nível macro, o nível representacional e o nível micro. O pesquisador afirma que é fácil um profissional da química transitar por esses níveis, mas para um leigo pode não ser tão simples. Sobre o primeiro nível, o nível macro, o autor afirma que é nele que podemos ver e manipular materiais e descrever suas propriedades em termos de densidade, inflamabilidade, cor e assim por diante.

> O primeiro nível é aquele em que podemos manusear o material, podemos descrever suas propriedades macroscópicas como a densidade, cor, textura e etc. Em geral estamos sempre interessados em transformar estas propriedades dos materiais, mudar, por exemplo, sua cor, a forma, capacidade calorífica, a inflamabilidade, etc. (JOHNSTONE, 1982, p. 377, tradução nossa)

O segundo nível identificado como representacional é onde podemos fazer representações sobre os argumentos químicos. É nesse nível que tentamos representar

substâncias químicas por fórmulas e suas transformações por equações. É a parte da linguagem ou a forma de comunicar da química. Sobre este nível o pesquisador descreve:

> O segundo nível é o denominado "representacional", ou seja, que vai representar o tema tratado. Assim por exemplo a sustância química é representada pela fórmula, suas mudanças pelas equações químicas e assim por diante. É uma forma de linguagem que descreve o material ou o processo ou a sua propriedade, e etc. Isso exige uma linguagem bem sofisticada, como, por exemplo, as nomenclaturas da química. (JOHNSTONE, 1982, p.377, tradução nossa)

Já o terceiro nível, o micro, é aquele em que não podemos ver ou manipular, mas fazemos uma imagem mental. É o nível atômico e molecular, um nível que tenta explicar como as substâncias químicas se comportam e a maneira que elas se constituem. Chamamos de átomos, moléculas, íons, estruturas, isômeros, polímeros, etc., para nos dar uma imagem mental à qual dirigimos nosso pensamento e raciocinamos o nível descritivo mencionado acima. Sobre este nível Johnstone (1982) explica:

> O terceiro nível é atômico e molecular, nesse nível estamos interessados em explicar porque as substâncias químicas se comportam de uma ou outra forma. Invocamos então os átomos, as moléculas, íons, estruturas, isômeros, polímeros e etc. para dar uma imagem mental que vai nos ajudar a entender o comportamento desta substância. Através dessa imagem criada podemos direcionar a imaginação para racionalizar sobre o comportamento, a propriedades destas substancias. (JOHNSTONE, 1982, p.377, tradução nossa)

Johnstone (1982) também afirma que os níveis macro, representacional e micro podem ser correlacionados e traduzidos pelos níveis denominados como: (i) Descritivo e funcional,(ii) Representativo e (iii) Exploratório, que são representados na figura abaixo:

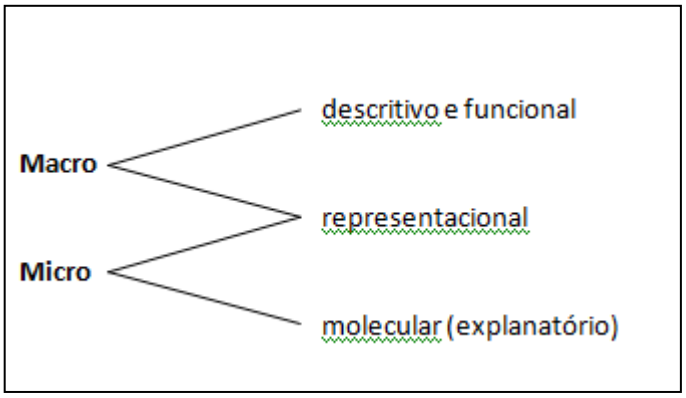


Figura 1: Correlação entre os níveis de representação do conhecimento químico

Fonte:JOHNSTONE**,** 1982 p.378 (tradução nossa)

Nesse modelo, o primeiro nível, o nível macro,é caracterizado por ser o nível sensorial, descritivo ou perceptivo (nível macroscópico), o segundo nível, o nível micro, é o teórico, molecular ou exploratório (nível microscópico) e o terceiro nível, o nível representacional é o intermediário entre os outros e caracterizado por ser o nível simbólico.

Johnstone (1982) verificou certa inconsistência no modelo proposto e, 10 anos depois, apresentou uma nova versão com algumas alterações, denominando os níveis conceituais por "*componentes de uma nova Química*", mas que em um novo artigo passa a denominá-lo por "*formas de uma natureza para a Química*" (JOHNSTONE, 1993).

Os componentes da nova Química seriam constituídos pelo nível macroscópico, de uma dimensão tangível, concreta e mensurável; pelo nível submicroscópico, do molecular, do atômico e cinético; e pelo nível simbólico que corresponde aos símbolos, às equações e fórmulas químicas. A figura 2 apresenta esses componentes dispostos nos vértices de um triângulo.

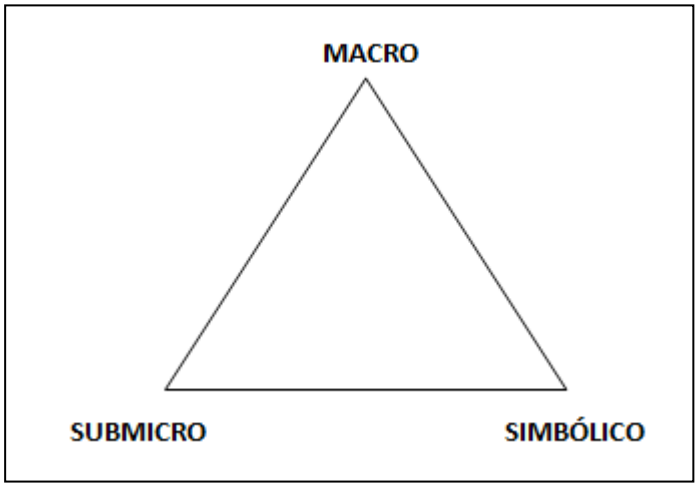


Figura 2: Os três componentes básicos da "*nova Química*"

Fonte:JOHNSTONE, 1993 p. 78 (Tradução nossa)

Johnstone (1993) argumenta que grande parte das dificuldades da aprendizagem em Química se deve ao fato do processo de ensino e aprendizagem se dar quase que exclusivamente em apenas dois dos vértices do triangulo (macroscópico e simbólico ou representacional), deixando de lado aspectos mais estruturais (correspondente ao vértice do submicroscópico), privando o aluno de sua capacidade de modelagem e articulações.

Existe uma tendência de os alunos explicarem os fenômenos químicos no plano macroscópico, pois dificilmente realizam articulações com recursos simbólicos, no plano

mental, para compreensão das transformações químicas em um nível que requer maior capacidade de abstração, como é o caso do nível submicroscópico.

A figura 3 apresenta as formas de tratamento dos temas nos três níveis da química. Uma abordagem totalmente macro seria representada pelo vértice macro, por exemplo. No entanto, quando o professor introduz uma experiência na sala de aula interpretada por uma equação, o tratamento é um ponto ao longo do lado direito do triângulo dependendo da ênfase dada. Considerações similares se aplicariam aos outros dois lados.

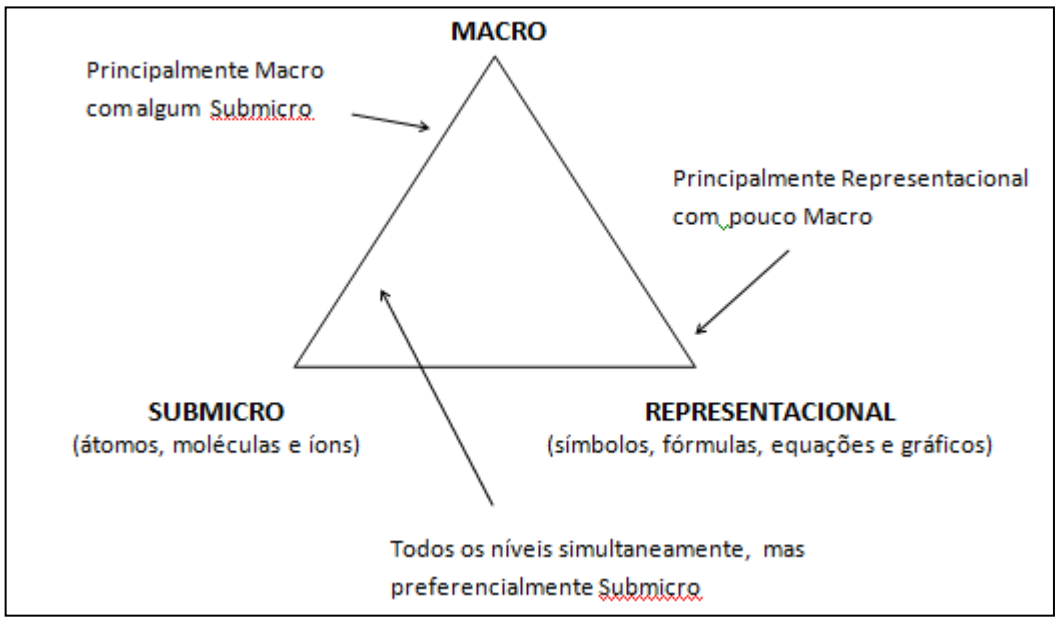


Figura 3: Forma de tratamento nos três níveis conceituais da química

Fonte:JOHNSTONE. 1993, p.59 (tradução nossa)

Nessa figura, o lado esquerdo do triângulo abrange o nível macroscópico com poucas inserções no nível submicro. A base do triângulo abrange simultaneamente todos os níveis, mas principalmente o nível submicroscópico. Finalmente o lado direito do triângulo abrange o nível representacional com pequenas inserções ao nível macroscópico.

Amparado na psicologia de David Ausubel, Johnstone (1993) defende a ideia de que no processo de ensino aprendizagem em Química o aluno deverá se mover no interior do triângulo lidando com os componentes da Química representados nos três vértices. Nesse processo, uma transformação química pode ser explicada segundo cada um dos três componentes: no nível macroscópico referindo-se à situação empírica, no nível submicroscópico pelo modelo de partículas e no nível simbólico representa-se graficamente a transformação química por símbolos, fórmulas e equações. Jonhstone (1993) considera o nível macroscópico como sendo concreto e os outros níveis como tendo natureza abstrata.

Treagust *et al*. (2003) relacionam os níveis de representação proposto por Johnstone com tipos de explicações científicas, a saber: analógica, antropomórfica, relacional, baseadas em problemas e em modelos. A questão central é procurar entender como os níveis macro, micro ou representacional se constituem para compreensão do fenômeno químico e como fazem sentido no processo de aprendizagem dos alunos. Em outro trabalho sobre modelagem química, os autores defendem que a química procura dar sentido ao invisível e intocável. Desse modo, enfatiza o papel dos procedimentos empíricos principalmente na explicação da relação entre o que é visível nos procedimentos experimentais com os conceitos teóricos e os modelos químicos. Em outras palavras, as evidências de reação(produção de gás, liberação de calor, mudança de cor,etc.), por exemplo, não desvendam e não têm relação intuitiva com nada sobre o comportamento dos produtos químicos envolvidos, para os não iniciados em química. Assim, se instaura a dificuldade dos alunos de entenderem a química pois explicação para as evidências sempre são baseadas no nível submicroscópico.

Sabemos que no nível representacional as representações gráficas e/ou fórmulas estruturais são utilizadas como meios de materializar a química, criando uma identidade entre o representante e o representado. Treagust *et al.*(2003) concluíram que a explicitação da articulação entre os níveis do conhecimento químico seria capaz de propiciar a criação de imagens mentais pelos aprendizes e, em boa medida, realizar parte das tarefas que se atribuem ao uso de modelos físicos. Esses autores investigaram o papel dos modelos físicos como instâncias mediais simbólicas, concluindo que desempenham um papel fundamental para que os alunos estabeleçam relações entre os níveis de representação macroscópico e submicroscópico.

Em outro trabalho, Chandrasegaram *et al*. (2007) também utilizam os níveis de representação de Johnstone como referência, mostrando que os estudantes são capazes de manipular os três níveis, mas que há necessidade de múltiplos meios de comunicação para facilitação da aprendizagem.

Rappoport e Ashkenazi (2008) também problematizam os níveis de representação propostos por Johnstone, apontando uma hierarquia entre os níveis de representação do conhecimento químico, sendo, assim, considerados como níveis de pensamento. Os autores afirmam que o triângulo visto dessa maneira sugere uma classificação em níveis de abstração em que o critério de ordenação é a experiência sensorial, sugerindo, portanto, uma classificação segundo níveis de complexidade, tendo como critério de ordenação a emergência. Nessa perspectiva, consideram que os níveis surgem da interação com objetos em

níveis mais baixos. Para a Química, considera-se que o nível submicroscópico emerge a partir das interações que ocorrem no nível macroscópico.

Ao analisarem o novo currículo francês para a disciplina de Química, Kermen e Méheut (2009) identificaram que os estudantes usam diferentes modelos para interpretar as transformações químicas e que privilegiam um modelo em relação a outros, embora empreguem diferentes modelos.

Em um estudo mais recente sobre os três níveis de representação em Química, Talanquer (2011) faz uma análise acerca das suposições subjacentes às ideias de Johnstone, mostrando que tais suposições foram tema de vários trabalhos de pesquisa no ensino de Química, além de servirem como fundamento em reformulações curriculares. Esse autor propõe uma nova estrutura para situar os níveis de representação em Química na forma de uma interpretação pedagógica da natureza e da estrutura do conhecimento químico, procurando apontar algumas saídas para os problemas enfrentados em explicitar quais dos níveis são realmente representações. O modelo de Talanquer (2011) propõe uma divisão entre o nível experimental (macroscópico/experiências) e o representacional (submicroscópico e simbólico/modelo e visualização). Neste modelo o triângulo seria representado com os seguintes vértices:

> 1- *Experiências:* incluem nosso conhecimento descritivo de substâncias e transformações químicas, adquirido de forma direta (pelos sentidos) ou indireta (usando instrumentos). Experiências remetem ao conhecimento empírico atual que se tem sobre os sistemas químicos.
>
> 2- *Modelos:* incluem o descritivo, explicativo e modelos teóricos que os químicos desenvolveram para dar sentido ao mundo experimental. Modelos se referem às entidades teóricas e às suposições subjacentes que são descritas como sistemas químicos atribuindo a eles algum tipo de estrutura interna, composição, mecanismos explicativos ou preditores das várias propriedades desses sistemas.
>
> 3- *Visualização:* sinais visuais estáticos e dinâmicos (de símbolos para ícones) desenvolvidos para facilitar o pensamento qualitativo e quantitativo e a comunicação sobre experiências e modelos em química. A visualização remete aos símbolos químicos, fórmulas, desenhos de partículas, equações matemáticas, gráficos, animações, simulações e modelos físicos usados para visualizar os componentes representacionais do modelo teórico. (TALANQUER, 2011 p.181).

Alguns aspectos importantes sobre as observações experimentais, a transição entre os níveis macro e submicroscópico[2] e o entendimento da química são apontadas por Talanquer (2011). O autor explica que "[...] com o surgimento das tecnologias e procedimentos empíricos para explorar o mundo nanoscópico, houve uma mescla entre o nível empírico – ou

[2] Segundo Talanquer (2011) o nível submicroscópico é entendido como sendo o mundo dos modelos, que são entidades ideais, acessadas somente pela imaginação. (Nota nossa)

descritivo dos fenômenos observáveis, com o objeto a que os modelos e as evidências se referem" (TALANQUER 2011, p.190). Isto porque os resultados da nano manipulação incorporam realidades do nível submicroscópico. Isto aconteceu não apenas pelas imagens geradas pelos potentes aparelhos, como os microscópicos de força atômica, que apesar do forte apelo gráfico, mostram os resultados nas telas dos computadores.

Desse modo, esses pesquisadores propõem alterar os níveis de Johnstone (1993) para níveis de abstração, tendo-se a experiência sensorial como critério de ordenação, sendo a representação uma instância exclusiva da mente do sujeito. Fazem uma análise do triângulo proposto por Johnstone (1993) chamando atenção para o fato de que os níveis submicroscópico e simbólico se encontram na base, enquanto o macroscópico está no ápice.

2.2 - Os aspectos do conhecimento químico e as operações epistêmicas

Mortimer *et al.*(2000) utilizamos estudos sobre os níveis de representação da Química propostos por Johnstone (1993)e fazem uma nova leitura conceitual desses níveis, definindo-os agora como os "*três aspectos do conhecimento químico*": fenomenológico ou empírico, teórico ou "*de modelos*" e representacional ou da linguagem. Esses autores concordam que esses três componentes: fenômeno, linguagem e teoria devam comparecer igualmente nas interações em sala de aula, uma vez que a produção de conhecimento em ciências resulta sempre da relação dinâmica/dialética entre experimento e teoria, pensamento e realidade. Relação que só é possível através da ação mediadora da linguagem.

Silva e Mortimer (2010) classificam a questão da representação no ensino de Ciências em três conjuntos de categorias – modelagem, níveis de referencialidade e operações epistêmicas. Do ponto de vista epistemológico, a modelagem representa uma atividade central da Química, Física ou Biologia, que corresponde à construção de modelos do mundo físico por meio dos quais as pessoas interpretam os fenômenos, elaborando predições e explicações sobre eles. Quanto aos níveis de referencialidade, são designados por quatro formas:

- Referente específico: corresponde a um fenômeno em particular, tal como a ebulição da água ou a corrosão de um metal.
- Classe de referentes: corresponde ao conjunto de fenômenos ou objetos que apresentam características em comum, como, por exemplo: a ebulição de líquidos, as mudanças de fase e a combustão.
- Referentes abstratos: correspondem a princípios ou conceitos gerais que são aplicados no ensino da química, como a termoquímica, modelos de constituição da matéria, eletroquímica, dentre outros. Os referentes abstratos constituem-se de elementos que possibilitam pensar

sobre os fenômenos. Exemplos de referentes abstratos são as interações intermoleculares e a atração iônica.

- As operações epistêmicas se referem à avaliação do pensamento na construção do conhecimento.

Para avaliação de operações epistêmicas na análise do discurso em sala de aula, Mortimer e Scott (2003) utilizaram as seguintes categorias: descrição, explicação, generalização, definição, classificação, exemplificação, comparação, analogia e cálculo. Nesta pesquisa, optamos pela adoção de três categorias abaixo relacionadas sendo as duas últimas referentes às categorias estabelecidas por nós aqui utilizadas na análise de conteúdo:

- Explicação: A explicação vai além da previsão e estabelece relações entre fenômenos e conceitos importando algum modelo ou mecanismo causal para dar sentido aos mesmos. A exemplificação vai estabelecer uma correlação entre o fenômeno observado com outros de igual resultado, ainda que sejam diferentes. A explicação acontece quando o aluno formula sua compreensão sobre o fenômeno dando um significado teórico sobre o que acontece e utilizando para isto seus conhecimentos cognitivos.
- Previsão: trata-se de um termo proveniente do latim "*praevisio"*, o qual se refere à ação ou efeito de conjecturar o que se espera acontecer através de indícios, sinais ou conhecimentos prévios. Corresponde, portanto, ao olhar inicial dos alunos para o experimento, escrevendo ou dizendo seus pontos de vista iniciais sobre os objetos ou eventos a serem investigados.
- Correlação de conceitos: quando o aluno utiliza de termos científicos ou conceitos teóricos e os relaciona aos fenômenos. Pode ser considerado também como a vinculação entre os seus conhecimentos associados a determinado fenômeno e situações do dia a dia.

Segundo Mortimer *et al* .(2007) as ações da linguagem por meio das quais o conhecimento científico é apresentado na sala de aula envolvem a produção de enunciados que ora tomam por base referentes do mundo concreto (macroscópico), ora tratam de referentes do mundo abstrato (submicroscópico), como mostrado na figura 4. Os movimentos epistêmicos apresentados nessa figura representam uma conexão entre o mundo concebido por meio das teorias, modelos e conceitos das ciências com o mundo vivenciado ou mundo da experiência e dos acontecimentos, no interior dos quais estão situados os objetos e eventos que constituem nosso conceito sócio-histórico de "*realidade*" (PAULA; ALVES, 2016). Do ponto de vista dos níveis de referencialidade, a passagem de referentes concretos (mundo dos objetos e eventos) a referentes abstratos (mundo das teorias e conceitos) e vice-versa, geralmente implica na produção de enunciados que envolvem classes de referentes (signos, símbolos ou o próprio objeto).

Figura 4: Movimentos epistêmicos

Fonte:MORTIMER*et al*., 2007. p.12

Sobre como identificar as práticas epistêmicas, Mortimer e Araujo (2000) esclarecem:

> As práticas epistêmicas são definidas como práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento Para identificá-las em sua utilização pelos alunos será necessário investigar o "texto" produzido pelos alunos quando desenvolvem problemas práticos. Desta maneira, buscaremos evidenciar como os estudantes produzem, comunicam e avaliam o conhecimento científico escolar. (MORTINER; ARAUJO, 2000, p.5)

Sobre o conceito de operações epistêmicas, Jimenez *et al*. (2003), apontam que a existência de tais operações está relacionada à maneira como os alunos constroem o conhecimento. Suas comunicações a respeito do processo de entendimento são também decisões ou operações epistêmicas. O pesquisador afirma:

> Certas declarações e ações dos estudantes, embora possam ser analisados do ponto de vista do argumento, também mostram a existência de operações de construção do conhecimento, operações epistemológicas. Também na análise das sessões de laboratório, acreditamos que devemos prestar atenção às operações processuais e técnicas. Sendo ambas tipos de operações características da prática científica . A análise do discurso dos estudantes é guiada, por um lado pelas decisões epistemológicas sobre "o que conta como" são os dados, observações, comparações que ocorrem durante os procedimentos experimentais e, por outra parte pelas operações processuais e técnicas durante a aquisição dos dados. (JIMENEZ *et al*, 2003, p.8, tradução nossa)

Na questão da representação do conhecimento químico, alguns trabalhos que não se baseiam no modelo proposto por Johsntone (1993), como, por exemplo, o estudo de Wu, Krajcik e Soloway (2001), procuram analisar diferentes estratégias didáticas que combinam múltiplas formas de representação. Esses autores manifestam preocupação em apresentar uma base epistemológica para a noção da representação em química, como pode ser observado ao

discutirem as representações como construtos teóricos[3] provenientes da interpretação que os químicos fazem da natureza e da realidade.

Assim sendo, fórmulas moleculares, gráficos, equações químicas, os modelos geométricos de ligações químicas deveriam ser compreendidos como substitutos racionais (modelo mental) das substâncias em determinado contexto. O desenvolvimento de competências representacionais implica realizar ações que permitam ao estudante construir suas próprias representações, utilizar as representações em determinado contexto e poder estabelecer relações entre as diferentes representações.

2.3 - A experimentação nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para os conhecimentos de Química (BRASIL,1999 p. 30) nos dizem que ao se fazer uma interpretação do mundo que nos cerca através das ferramentas e dos conhecimentos da Química, é essencial que se explicite o seu caráter dinâmico, "assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança" (Ibid., p.20).

Os PCNs ainda ressaltam que os conhecimentos produzidos ao longo da história da química devem estar presentes no ensino possibilitando ao aluno uma visão crítica e uma melhor compreensão do processo de elaboração dos conteúdos ou conhecimentos, com seus avanços, erros e conflitos.

> A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável ajudará o estudante e o professor a terem a necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como "verdade absoluta". Assim, por exemplo, a investigação de compostos químicos interestelares conduziu recentemente à inesperada identificação de uma nova classe de alótropos de carbono batizados de "fulerenos", abrindo um campo de pesquisa inteiramente novo. Tampouco deve o aluno ficar com impressão de que existe uma "ciência" acima do bem e do mal, que o cientista tenta descobrir. A ciência deve ser percebida como uma criação do intelecto humano e, como qualquer atividade humana, também submetida a avaliações de natureza ética. (Ibid.,p. 31)

Sobre a experimentação no ensino da Química, os PCNs argumentam que as experimentações realizadas nas aulas não devem se restringir a simples procedimentos, mas promover momentos de discussão, interpretação e explicação das situações experimentais,

[3] Construtos teóricos significam conceitos teóricos que não são observáveis, como as interações intermoleculares, grau de agitação das moléculas entre outros. Nota nossa.

desenvolvendo nos alunos a compreensão dos processos químicos e sua relação com o meio sociocultural, de maneira a desenvolver competências e habilidades para o exercício da cidadania e do trabalho.

> Deve ficar claro aqui que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química. As atividades experimentais podem ser realizadas na sala de aula, por demonstração, em visitas e por outras modalidades. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam "teoria" e "laboratório". (Ibid.,p. 36)

Os PCNs também sustentam que na elaboração das atividades práticas para o ensino da Química, no caso as experimentações, deve-se levar em consideração o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como controle de variáveis, tradução da informação de uma forma de comunicação para outra, como gráficos, tabelas, equações químicas, a elaboração de estratégias para a resolução de problemas, tomada de decisão baseadas em análises de dados e o desenvolvimento de valores, como a integridade na comunicação dos dados, o respeito às ideias dos colegas, às suas próprias e colaboração no trabalho coletivo.

Tais habilidades cognitivas devem estar presentes e vinculadas aos conteúdos que são ensinados nas escolas e devem ser concretizadas a partir de diferentes temas propostos para o ensino da Química. Essas habilidades e competências estão sintetizadas no quadro1 apresentado a seguir:

Quadro 1: Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química (BRASIL, 1999, p. 39)

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
Representação e comunicação	- Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas. - Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual. - Traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo. - Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas. - Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc.).
Investigação e Compreensão	- Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica). - Compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal). - Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).

	- Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química). - Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes. - Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes. - Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.
Contextualização Sociocultural	- Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente. - Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural. - Reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais. - Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.

No que concerne à relação empírico teórica, objeto de estudo dessa pesquisa, é importante salientar que se situa mais na competência "investigação e compreensão" e suas habilidades justificam a utilização da experimentação no ensino da Química, pois sem a utilização deste recurso didático, tais competências e habilidades dificilmente seriam adquiridas pelos alunos.

Os PCNs também ressaltam a importância de se considerar os conhecimentos prévios ou vivência dos alunos no ensino de química do nível médio. Assim, poderão refazer suas leituras do mundo com base nos novos conhecimentos e desenvolver as "ferramentas químicas" capazes de estabelecerem as conexões de reconhecimento necessárias nos diversos campos do conhecimento.

> Em um primeiro momento, utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se reconstruir os conhecimentos químicos que permitiriam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência. Buscam-se, enfim, mudanças conceituais. Nessa etapa, desenvolvem-se "ferramentas químicas" mais apropriadas para estabelecer ligações com outros campos do conhecimento. É o início da interdisciplinaridade. O conteúdo a ser abordado, nessa fase, deve proporcionar um entendimento amplo acerca da transformação química, envolvendo inicialmente seu reconhecimento qualitativo e suas inter-relações com massa, energia e tempo. Esse re-conhecimento deve levar em conta, inicialmente, os produtos formados, sua extensão total, para, depois, considerar também a coexistência de reagentes e produtos, sua extensão variável e o equilíbrio químico." (BRASIL,1999. p. 33)

Sobre a experimentação nos PCNs, Oliveira (2010) destaca que muito se tem discutido sobre a importância dessa ferramenta didática no ensino das ciências e que um grande número de pesquisadores tem se empenhado em compreender especificamente qual é realmente o papel das atividades experimentais, quais as formas de abordá-las em sala de aula e quais as estratégias que favorecem sua aplicação.

Citando Araújo e Abib (2003, apud OLIVEIRA, 2010, p. 140), afirma que "a experimentação vem sendo proposta e discutida na literatura de forma bastante diversa quanto ao significado que tais atividades podem assumir no contexto escolar":

> [...] apesar da pesquisa sobre essa temática revelar diferentes tendências e modalidades para o uso da experimentação, essa diversidade, ainda pouco analisada e discutida, não se explicita nos materiais de apoio aos professores. Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo "livro de receitas", associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino [...]. (ARAÚJO; ABIB, 2003, apud OLIVEIRA, 2010, p.140)

Oliveira (2010, p. 141) afirma que as "aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e fornecer contribuições variadas e importantes para o ensino e aprendizagem de ciências". Citando Carvalho e colaboradores (2005, apud OLIVEIRA, 2010, p. 142), a pesquisadora, escreve que "os fatos e os conceitos constituem apenas um dos conteúdos a serem trabalhados e – tão importante quanto – outros tipos de saberes(conceitual, procedimental, atitudinal) também podem ser favorecidos". Algumas possíveis contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem em ciências defendidas por essa autora são (OLIVEIRA, 2010, p. 145):

a) motivar e despertar a atenção dos alunos;
b) desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;
c) desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
d) estimular a criatividade;
e) aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
f) aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos;
g) aprender conceitos científicos;
h) detectar e corrigir erros conceituais dos alunos;
i) compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
j) compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
k) aprimorar habilidades manipulativas.

É de consenso entre professores e pesquisadores no ensino de química que as experimentações em sala de aula contribuem para a consolidação do conhecimento, além de ajudarem no desenvolvimento cognitivo do aluno (GIORDAN, 1999). A abordagem experimental dá sentido ao conhecimento científico.

> A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas. (GIORDAN, 1999, p. 44)

No ensino de química, a vivência de fenômenos em que são apresentadas situações reais é de grande importância para a compreensão e correlação dos conceitos teóricos. No entanto, é preciso alguns cuidados para que os procedimentos experimentais não sejam vistos pelos alunos como um simples espetáculo de cores e efeitos.

Na maioria das vezes, os procedimentos experimentais em sala de aula têm a finalidade de simplesmente servir de ilustração para a teoria vista em sala de aula. As aulas experimentais seguem roteiros pré-estabelecidos como receitas, nas quais nada pode dar errado ou alcançar resultados diferentes. Ao aluno, não é proposto refletir sobre o que irá ser feito, o que irá acontecere nada pode fugir do domínio do professor. A relação empírico/teórico, às vezes, é tratada como uma via de mão única, em que a empírico propõe comprovar a teoria. "A experimentação é considerada como mera atividade física de manipulação em detrimento à interação e a reflexão" (AMARAL; SILVA, 2000 p.130).

> Ainda são muitos os docentes que lecionam, imaginando ser possível comprovar a teoria no laboratório. Uma visão de ciência externa, neutra, quantitativa, empírica gera no ensino e na aprendizagem uma visão de sujeito isento/neutro, que reproduz de forma passiva o que lhe é apresentado. Na medida em que o professor encara a ciência com a visão 'do verdadeiro, do definitivo, do certo', o aluno, consequentemente, vai reproduzir tal visão, apresentando e interiorizando a falsa ideia de que há uma única resposta plausível para qualquer questão que lhe for proposta. (AMARAL; SILVA, 2000 p. 130).

2.4 - A Experimentação na Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais

A proposta curricular de química para o ensino médio no estado de Minas Gerais procura enfatizar alguns conceitos fundamentais da química, mostrando a sua inter-relação e sua aplicação a problemas sociais e tecnológicos. Segundo Mortimer *et al.* (2000), esta proposta associa o ensino teórico científico aos saberes do cotidiano. Os autores afirmam:

> O currículo está organizado possibilitando uma interação entre o discurso científico da Química e o discurso cotidiano. Mas, para que isso aconteça é preciso que o discurso científico faça sentido para o aluno. Isso poderia ser alcançado tanto problematizando suas ideias informais quanto criando contextos que sejam significativos para ele. Para

> um currículo contemplar o pensamento do aluno e os contextos de significação, além de promover o desenvolvimento dos conceitos científicos em si, é necessário que ele seja bem dimensionado em relação à quantidade de conceitos a serem abordados. (MORTIMER *et al.*, 2000, p. 275)

Desta forma, um currículo que apresenta uma estrutura conceitual complexa e muito pesada, como os currículos tradicionais, objetiva somente o conhecimento de conceitos teóricos. Ainda segundo os autores,

> Os currículos tradicionais, ao abordarem apenas aspectos conceituais da Química, têm como pressuposto que a aprendizagem de estruturas conceituais antecede qualquer possibilidade de aplicação dos conhecimentos químicos. Além disso, supõe-se que a abordagem desses conceitos deva ser exaustiva. Por exemplo, o conceito de molécula só poderia ser introduzido quando se esgotasse o ensino do conceito átomo, tendo-se abordado todos os modelos atômicos, inclusive o atual. Dessa forma, há uma cadeia linear de pré-requisitos que deve ser seguida. (MORTIMER *et al*, 2000, p. 275)

Assim sendo, a proposta curricular para o estado de Minas Gerais procura trazer os conceitos químicos diretamente relacionados aos contextos de aplicação no cotidiano e cada tema tem duas linhas de abordagem que deverão ser associadas: a conceitual e a contextual.

MORTIMER *et al.* (2000) citam que o objetivo desta abordagem é promover uma discussão, no sentido de que, se um tema for predominantemente conceitual, de certa forma, é o conceito que vai direcionar a estrutura de abordagem. Se o tema é mais contextual é o contexto que organiza as linhas ou os direcionamentos conceituais. Para que isso seja possível, é necessário eleger alguns grandes temas que orientarão a seleção dos conceitos mais relevantes.

Nesta proposta, os temas são as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais e substâncias. A abordagem de conceitos ligados aos contextos de aplicação, como os autores propõem, não necessariamente precisa seguir uma cadeia linear de pré-requisitos, pois a realidade não se estrutura dessa maneira. Os conceitos podem ser abordados em diferentes momentos e níveis de profundidade.

> A exemplo dos golfinhos no oceano, os conceitos emergem, submergem e emergem novamente em diferentes momentos do curso. Esse movimento vai assegurar um aprofundamento progressivo, mais próximo à realidade dos fenômenos e das aplicações da Química. Esses princípios se traduzem, nesta proposta, numa abordagem dos conceitos mais horizontal e qualitativa no primeiro ano, e numa verticalização e aprofundamento no segundo e terceiro anos. Isso significa que, no primeiro ano, os alunos discutirão temas que envolvem a compreensão de princípios fundamentais da química com uma ênfase qualitativa, tendo em vista prover uma base para o aprofundamento tanto dos conceitos como das aplicações. No segundo e no terceiro anos propomos um aprofundamento do estudo de temas químicos, incluindo aspectos quantitativos. (MORTIMER *et al.*, 2000, p. 275)

Ainda segundo os autores, os currículos tradicionais enfatizam classificações que se baseiam na ideia de que os conceitos podem ser definidos através de atributos essenciais, isto é, nunca mudam nem sofrem variações. Assim sendo, um determinado conceito pertence a uma determinada classificação e compartilha, com todos os membros dessa classe, as mesmas propriedades as quais os autores chamam de atributos essenciais:

> A tendência dos currículos tradicionais é afirmar *isto é ácido, isto é redutor, isto é base*, o que retira completamente esse caráter relacional. Na Química existe uma quantidade muito grande de conceitos que são categorias super ordenadas (matéria, substância, átomo, por exemplo), o que explica a predominância de um tratamento atributivo dos conceitos químicos nos currículos tradicionais. Quando se aborda o conceito ácido, por exemplo, logo se segue uma série de propriedades dos ácidos, tipos de ácidos etc. Isso se deve ao caráter atributivo que os currículos tradicionais dão ao conceito ácido: *ácidos corroem metais, ácidos produzem hidrogênio na reação com metais*. Dessa maneira, são geradas redes de classificação e dicotomias na abordagem dos conceitos. No entanto, mesmo ácidos minerais fortes, considerados como "o" exemplo de ácidos (ácido clorídrico e sulfúrico) podem se comportar como bases frente a certas substâncias conhecidas como super ácidos. (MORTIMER *et al.*,2000, p. 276)

Para avançar na formulação de um ensino da química que atenda às demandas atuais da sociedade, é importante repensar visões que estiveram sustentadas em formatos antiquados e superar as práticas de ensino correspondentes. Mortimer *et al.*(2000) afirmam:

> Duas razões fortes para nos conduzir a essa reflexão: a própria ciência está superando essa abordagem cartesiana da estruturação super ordenada dos conteúdos. A exigência curricular, com a qual concordamos - preparar o cidadão para a vida, para o trabalho e para continuar a aprender - impõe-nos esse diálogo. Ao promovermos o diálogo temos, obrigatoriamente, que ir além essa categorização, porquanto ela é externa ao aluno. E, se queremos atender a demandas dos alunos, é fundamental pensar uma proposta segundo outra lógica. (Ibid., p. 276)

Estes pressupostos fundamentam e justificam a Proposta Curricular para o Ensino da Química do estado de Minas Gerais, que enfatiza temas de natureza mais abrangente, a partir dos quais se pode derivar questões conceituais e contextuais e o reaparecimento do mesmo tema em séries diferentes. Segundo a lógica da linearidade do currículo tradicional esta recorrência não aconteceria (Ibid., p.276).

A proposta destaca a importância de sempre levar em consideração que o foco da química são os materiais e as substâncias. A figura 5 a seguir representa as inter-relações entre os objetos e focos de interesse da química.

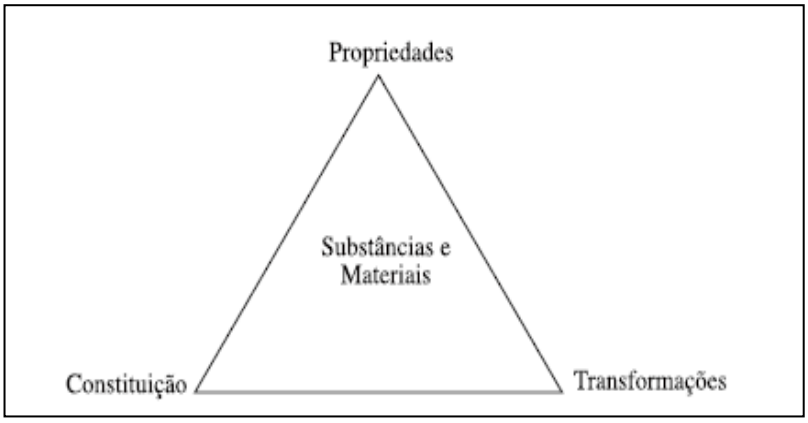


Figura 5: Focos de interesse da química (MORTIMER *et al*, 2000 p. 276)

Nesta figura, cada vértice aponta para considerações que dizem respeito aos temas dos conteúdos do ensino da química a serem apresentados aos alunos em sala de aula. Um dos aspectos apresentados em um dos vértices do triângulo é a constituição dos materiais. As substâncias também possuem constituições diferentes, o que determina cada material, incluindo aí sua constituição física, podendo se apresentar nos quatros estados físicos que hoje se trabalha em sala de aula. Em outro vértice se encontra as propriedades dos materiais que dizem respeito às suas naturezas específicas, tais como dureza, ductibilidade, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e outras passíveis de serem medidas e que possuem uma relação direta com o uso que se faz dos materiais. E no terceiro vértice se encontra as transformações dos materiais. Sabemos que as substâncias sofrem transformações caracterizadas pelas diversas combinações e reações possíveis de ocorrerem para a formação de novos produtos.

Mortimer *et al* (2000) afirmam que as inter-relações entre esses três aspectos é de fundamental importância para que se possa compreender os vários tópicos de conteúdo químico. Considerando os currículos e livros didáticos de química apresentados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio –PNLEM, destacando aqueles mais utilizados em Minas Gerais,se constata que, em geral, os tópicos dos conteúdos selecionados são os mesmos do triângulo representante dos interesses da química mostrados acima. Os autores citam:

> "Nos currículos tradicionais estes conceitos são abordados em uma sequência linear geralmente divididos nas três séries do ensino médio. Na nossa Proposta Curricular para o Ensino Médio em Minas Gerais considera-se fundamental a inter-relação constante entre esses vértices do triângulo. (MORTIMER *et al*, 2000 p. 276)

Para cada um dos conteúdos químicos apresentados em sala de aula deve-se utilizar um referencial que permita analisar as diversas possibilidades de abordagem do conteúdo e do ponto de vista didático. É útil então distinguir três aspectos do conhecimento químico: "fenomenológico, teórico e representacional". Estes aspectos são apresentados novamente sob a forma de um triângulo cujos vértices representam os aspectos do conhecimento químico. As inter-relações entre esses aspectos do conhecimento químico estão representados na figura 6:

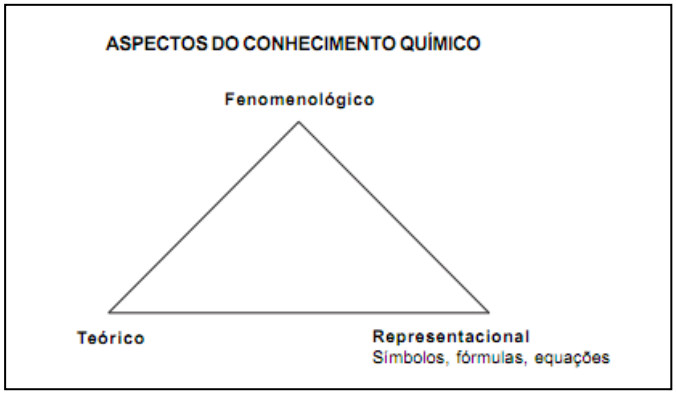


Figura 6: Aspectos do conhecimento químico (MORTIMER *et al*, 2000, p. 277)

A experimentação está vinculada ao aspecto fenomenológico que é um dos aspectos do conhecimento químico, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, ou aqueles a que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação/matéria que não provocam um efeito visível, mas que podem ser detectadas na espectroscopia.

Os fenômenos na química também não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em laboratório. Falar sobre o supermercado, sobre o posto de gasolina é também uma recorrência fenomenológica. Neste caso, o fenômeno está materializado na atividade social. E é isso que vai dar significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece por meio dessa ciência que mostram que a Química está na sociedade e no ambiente. A abordagem do ponto de vista fenomenológico também pode contribuir para promover habilidades específicas tais como controlar variáveis, medir, analisar resultados, elaborar gráficos etc.

O aspecto teórico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.

Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no aspecto representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas.

A maioria dos currículos tradicionais de ensino da química e seus textos didáticos enfatizam sobremaneira o aspecto representacional, em detrimento ao fenomenológico e ao teórico. A ausência dos fenômenos nas salas de aula pode fazer com que os alunos tomem por "reais" as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria fazendo uma nítida separação da química que está presente a todo o momento de suas vidas (MORTIMER *et al.*, 2000).

É necessário, portanto, que os três aspectos compareçam igualmente. A produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade. Mesmo porque não existe uma atividade experimental sem uma possibilidade de interpretação. Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinados fenômenos ou resultados experimentais, ele o fará com suas próprias teorias implícitas, suas ideias de senso comum, pois todo processo de compreensão e a realização de operações epistêmicas se faz ativa.

Para que a interpretação do fenômeno da natureza ou de um resultado experimental faça sentido para o aluno, é desejável manter a relação entre teoria e experimento, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre estes dois aspectos.

O aspecto representacional, ou seja, os símbolos dos elementos, íons, as fórmulas, as equações com seus coeficientes e índices, também resulta dessa relação, fornecendo as ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante desses processos de idas e vindas entre teoria e experimento. É importante ressaltar que o conceito de fenômeno e de experimento nesta proposta de correlação, ultrapassa a dimensão do laboratório. Analisar o rótulo de um produto, uma visita a uma indústria, investigar a corrosão do portão da garagem, também são atividades que se caracterizam a ação de experienciar e vivenciar os fenômenos.

No particular às atividades experimentais, são desenvolvidas habilidades específicas diversas além de propiciar controlar variáveis, organizar dados em tabelas, construir gráficos etc. Um experimento pode cumprir também o papel de mostrar essa forma de pensar no que se refere à química, em que teoria e realidade estão em constante interlocução. O aluno pode ser levado a prever e explicar, correlacionar conteúdos, formular hipóteses, desenvolver formas de testá-las, modificá-las de acordo com os resultados etc., e assim construir seu conhecimento químico. O aluno tem oportunidade de desenvolver também outras habilidades como, por exemplo, experienciar a forma como os conceitos químicos estão funcionando nas

relações sociais, inclusive como mediadores das relações da química como transformadora do meio ambiente.

A visão da experimentação na química como uma atividade hipotético-dedutiva privilegia os aspectos supracitados e os aspectos correlacionados ao método científico como sendo a oportunidade de os alunos formularem e testarem suas ideias. Estudos em sociologia da ciência revelam, no entanto, que o importante da prática científica cotidiana é a resolução de problemas abertos. Ao encaminhar a solução de determinada questão, o experimentador vai deparando-se com uma série de outros problemas.

O enfoque contextual sugerido na proposta de correlação experimentação/teoria pretende privilegiar a resolução de quaisquer dúvidas relativas ao conhecimento químico, nos quais os alunos deverão considerar não só aspectos técnicos como também sociais, políticos, econômicos e ambientais, o que resulta numa demanda por abordagens interdisciplinares no ensino médio.

Nossa preocupação, ao ressaltar esses aspectos no que se refere a relação entre o empírico e o teórico não é formar cientistas, mas cidadãos capazes de se proporem a pensar e refletir sobre a química no dia a dia. Esta ciência pode fornecer ao aluno instrumentos de leitura do mundo e, ao mesmo tempo, desenvolver as habilidades básicas para viver bem na sociedade contemporânea.

A Proposta Curricular de Química para o estado de Minas Gerais (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO, 1998) recomenda o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino médio, considerando que a compreensão e a apropriação dos conhecimentos químicos se dão por meio do contato do aluno com o objeto de estudo. Este contato deve ser planejado, organizado e dirigido pelo professor numa relação dialogada e a experimentação deve levar o aluno a refletir sobre os conceitos envolvidos, dando assim significado às ciências e permitindo uma participação efetiva por parte dos alunos no processo ensino aprendizagem. Sobre o papel da experimentação o texto da proposta ainda relata:

> A produção do conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre a teoria e experimento, pensamento e realidade. Mesmo porque não existe uma atividade experimental sem uma possibilidade de interpretação. Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental. (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO, 1998 p. 277)

As recomendações explicitadas na proposta curricular consideram, portanto as atividades experimentais como uma ferramenta efetiva do processo de ensino-aprendizagem, rompendo com a ideia tradicional de experimentação como atraente ou comprovativa.

Vale lembrar que o ensino de ciências, de modo geral, é pautado pela lamentação dos professores no que se refere à carência de condições para trabalharem procedimentos empíricos, tais como o excessivo número de alunos nas turmas, carga horária reduzida e infra estrutura inadequada. Contudo, apresentamos, nesta pesquisa, mais uma carência: a falta de clareza sobre o papel da experimentação na aprendizagem dos alunos, que muitas vezes sentem dificuldades de relacionar a experimentação com a teoria, ficando sem significado na aprendizagem.

Resulta assim uma visão de ciência neutra, quantitativa, empírica que reproduz, por sua vez, um sujeito isento, neutro, acrítico, que reproduz de forma passiva o que lhe é apresentado. Na medida em que o aluno encara a ciência com a visão transmitida pelo professor, como uma ciência do verdadeiro, do definitivo, do certo, este, consequentemente, vai reproduzir tal visão, apresentando e interiorizando a falsa ideia de que há uma única resposta indiscutível para qualquer questão que lhe for proposta.

2.5 - A experimentação nos Conteúdos Básicos Comuns da Química

Em maio de 2006 a Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais – SEE-MG, iniciou um programa para que os professores de escolas referência da rede pudessem compreender melhor a proposta curricular publicada em 1998, aprofundando também, seus conhecimentos de Química e a metodologia de ensino dessa disciplina. A elaboração da nova proposta curricular em 1998 foi apenas uma ação, entre várias, para promover a abordagem e possíveis soluções para os inúmeros problemas do ensino médio nas escolas públicas do estado. As propostas foram apresentadas no documento "Novo Plano Curricular – Ensino Médio" (SEE-MG, 2006). O programa recebeu o nome de "Educação Continuada de Professores: Estudo dos Conteúdos Básicos Comuns da SEE-MG",conhecido como " Projeto Imersão". (MACHADO *et al.*, 2008).

> As discussões estabelecidas com as quatro primeiras turmas que participaram do "Imersão" possibilitaram um novo redimensionamento da proposta curricular. A nova versão da Proposta Curricular de Química foi adaptada às normas dispostas pela Resolução SEE-MG, Nº 833, de 24 de novembro de 2006. Algumas versões do CBC foram reelaboradas e, em 2007, configurou-se o documento final apresentado em 2008. (MACHADO *et al.*,2008 p.21)

Segundo os Conteúdos Básicos comuns - CBCs, o trabalho em sala de aula implica a necessidade de dar mais atenção à natureza dialógica das interações. Isso significa que é fundamental que se ofereçam oportunidades nas quais alunos e professores tenham espaço

para expressar o que pensam e ouvir os outros. A qualidade dessa mediação/interação depende de como o professor entende o que é a química e a sua relevância para o contexto em que vive. (MACHADO *et al*., 2008)

> É assim que vamos ensinando química: ouvindo o que os alunos pensam sobre os fenômenos e apresentando a forma como a Química fala desses fenômenos. As situações nas quais os jovens são colocados em contato com as formas sistematizadas do conhecimento são fundamentais para que eles elaborem internamente as ideias que têm sobre o mundo.
> A nossa presença, os textos que trazemos, os projetos que desenvolvemos em sala de aula são "vozes" de muitos lugares e saberes, são múltiplas linguagens em interação. Por meio da linguagem, estamos sempre atribuindo significado à ação do outro e essa nossa iniciativa permite que o outro transforme a sua ação. Se isso ocorre na escola, de forma sistematizada, estamos promovendo situações de instrução e de desenvolvimento.(MACHADO *et al*., 2008, p. 21)

Nos CBCs da química, a sequência que se relaciona com os procedimentos empíricos é caracterizada no item Investigação e Compreensão. Esse item está relacionado a processos epistêmicos e faz parte dos aspectos relacionados ao desenvolvimento de habilidades gerais e ao acompanhamento da aprendizagem. Os objetivos da investigação e compreensão apresentadas nos CBCs são:

1- Realizar experimentos.

- Utilizar instrumentos e equipamentos adequadamente;
- Observar os fenômenos criteriosamente;
- Fazer generalizações a partir de observações, análise de fenômenos, resultados ou explicações.

2- Classificar fenômenos ligados a um mesmo princípio organizador de um conteúdo.

- Reconhecer aspectos fenomenológicos e representacionais do conteúdo químico;
- Estabelecer relação de dados obtidos e generalizações possíveis sobre os conteúdos;

3- Analisar dados coletados ou resultados obtidos.

- Reconhecer o papel das suposições e hipóteses para a construção de explicações sobre fenômenos estudados.

4- Propor explicações teóricas para fenômenos.

- Identificar e tratar informações;
- Fazer comparações entre textos que abordam o mesmo conteúdo;

- Localizar conceitos gerais em textos diversos;
- Discutir resultados para emitir opiniões ou tirar conclusões;
- Analisar logicamente o conteúdo;
- Estabelecer relações entre conceitos no interior de matrizes teóricas;
- Formar e emitir opinião sobre conteúdos que lê em diversas fontes de divulgação de conhecimento.

Especificamente durante as experimentações, os CBCs da química propõem propiciar aos alunos a discussão de aspectos teóricos e epistêmicos e o estímulo à compreensão do fenômeno e ao estabelecimento de relações entre a prática e a teoria utilizando os conhecimentos adquiridos.

2.6 - Orientações para a inserção da experimentação no ensino de química

A realização de atividades experimentais pode contribuir para uma interação mais profunda dos alunos com os conteúdos da química. Com base no que foi apresentado anteriormente, estabelecemos algumas orientações para a realização de experimentos em sala de aula procurando tornar esta ferramenta pedagógica mais eficaz:

- Atividade motivadora: a atividade deve ser desafiadora e com nível de complexidade de acordo com os alunos.
- Significação da atividade: o foco da atividade deve relacionar e contemplar os aspectos macro e microscópicos e estar dentro da zona de interesse e atenção.
- Evitar experimentos impactantes: explosões, grande formação de gases coloridos ou cheiros ruins contemplam somente os aspectos macro e apesar de chamar a atenção traduzem-se em obstáculos por reduzir o interesse dos alunos pelos aspectos submicroscópicos.
- Ida a um laboratório: permite maior movimentação, contrastando com a rigidez da sala de aula e ainda proporciona maior interação social.
- Dinâmica da aula experimental: deve-se procurar sempre estabelecer a relação entre empiria/teoria.
- Desenvolvimento científico: aplicável a qualquer campo da ciência, mostrando e ensinando o conhecimento empírico e valorizando as habilidades de observar, fazer registros, mensurar e elaborar relatórios.
- Mostrar empiricamente como as teorias funcionam: diferentemente de comprovar uma teoria, a experimentação leva os alunos a aprenderem que as teorias não são frutos de mentes

brilhantes de cientistas baseadas somente na intuição ou independentes dos fenômenos; visam entender e explicar a natureza.

Estas orientações caracterizam as atividades experimentais e permitem uma melhor apreensão da relação empírico-teórica. Os procedimentos experimentais necessitam ser bem planejados e conduzidos adequadamente. Para isto, é fundamental que o professor tenha claro o que espera da experimentação para os alunos.

Consideramos que uma das dificuldades do ensino de química é a quase ausência da experimentação, o que por sua vez leva os alunos a criarem obstáculos no instante que precisam relacionar o empírico e o teórico. A ausência da experimentação em sala de aula está baseada em crenças frequentemente veiculadas nas falas dos professores, tal como mencionado por pesquisadores tais como Giordan, Amaral e Silva, citados anteriormente na página 32, mas é conveniente reforçar as dificuldades enfrentadas por eles:

- a falta de um espaço físico adequado e equipado nas escolas, os laboratórios de ensino;
- a falta de materiais como reagentes e vidrarias;
- a falta de tempo devido à grade curricular extensa, dificultando a inserção de atividades experimentais;
- o número de alunos nas turmas e o deslocamento da sala de aula para outro espaço;
- o tempo gasto pelos professores para a preparação de roteiros e a organização do laboratório antes e após as aulas experimentais;
- o desenvolvimento de atividades do laboratório em turnos diferentes daqueles das aulas teóricas;
- a falta de roteiro que contemple explicitamente a relação teoria e experimento.

Superando estas dificuldades, é possível encontrar caminhos seguros para a realização de atividades experimentais no ensino de química apresentando um novo olhar e proporcionando uma visão mais ampla dos fenômenos, revelando a complexidade da relação empírico teórica e possibilitando a diversidade de abordagem.

2.7 - O papel da experimentação no Ensino de Química

Segundo Hodson (1994) as atividades experimentais no ensino de química devem envolver mais reflexão. Nenhuma atividade experimental assegura, por si só, a obtenção dos efeitos esperados no processo de ensino-aprendizagem. Dentre as dificuldades já assinaladas anteriormente, esse autor enfatiza o problema da falta de reflexão sobre a atividade experimental e a maneira como a relação teoria-prática é concebida. Ainda segundo ele

(HODSON, 1994, p. 304.), o ensino experimental é "sobre utilizado e infra utilizado", ou seja, é utilizado excessivamente na medida em que os professores utilizam as práticas como forma de resolver quaisquer objetivos de aprendizagem e infra utilizado no sentido de pouco explorar o potencial dos alunos e da própria experimentação. Nesse sentido, os objetivos propostos para a aprendizagem a partir da experimentação estão fadados ao fracasso.

Na concepção de atividade experimental significativa, o método científico é utilizado como um conjunto de passos consecutivos com características que permitem comprovar o conhecimento (BARBERÁ; VALDÉS,1996). Por essa razão, a experimentação ocupou um lugar de destaque na consolidação da ciência e da metodologia científica. A partir do séc. XVII, à medida que as leis formuladas precisaram ser empiricamente comprovadas, a experimentação passou a ser utilizada e associada à racionalização do pensamento. Esta forma de pensar certamente influenciou o modo de ministrar as aulas experimentais tradicionais, fortalecendo o ensino de ciências baseado em teorias empiristas-indutivas que são cultivadas até os dias atuais, mas esse tipo de experimentação tem sido largamente criticada na literatura por vários autores (GIORDAN, 1999; SILVA e ZANON, 2000; GALIAZZI e GONÇALVES, 2004; FRANCISCO Jr. *et al.*, 2008; STUART, 2014).

Em nossa visão, a experimentação deve procurar levar o aluno a refletir sobre os conceitos envolvidos, relacioná-la aos conteúdos vistos em sala de aula e dar significado à ciência, permitindo uma participação mais efetiva do aluno no processo de aprendizagem. As recomendações explicitadas nas diretrizes dos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 1999)e na Proposta Curricular de Química do estado de Minas Gerais (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO, 1998)consideram a experimentação como um instrumento que favorece a apropriação efetiva de conceitos, enfatizando a problematização como ponto de partida para a construção dos conhecimentos.Desta forma, a experimentação pode levar o aluno a pensar e refletir sobre os conhecimentos que estão sendo adquiridos, ou seja, envolver o aluno e auxiliá-lo na aprendizagem.

No Brasil, nos anos de 1960 a1980, o foco do ensino de ciências deixou de estar centrado no ato de ensinar e passou a ser a aprendizagem, o que levou a um movimento que ficou conhecido como movimento das concepções alternativas e mudança conceitual. A proposta de mudança conceitual refletia as influências da psicologia cognitiva e considerava que o professor teria que identificar as concepções alternativas dos alunos sobre determinados assuntos e questioná-las para gerar conflitos cognitivos[4]. Assim, suas explicações seriam

[4] Conflitos cognitivos são conceitos da teoria construtivista e partem do pressuposto que o ser humano nasce com algumas estruturas mentais inatas, as quais servem como ponto de partida para que realize a construção do

contrapostas às da ciência e, desta forma,os conceitos científicos poderiam ser aplicados em contextos diversificados (GIL-PEREZ *et al.*, 1993). No entanto, o que se constatou foi que em muitos casos os conflitos cognitivos mostraram-se inoperantes, porque muitos alunos não os interpretavam como tal, isto é, não percebiam haver contradições. Em muitas situações os alunos adaptavam a interpretação das observações ou dos resultados experimentais às suas ideias prévias, ou seja, o conflito cognitivo era externo, pois partia do professor e não dos alunos.

De modo geral, alunos e professores tendem a uma visão simplista e tradicional de experimentação, focando na demonstração de teorias estabelecidas. O processo de aprendizagem é visto como um fenômeno de demonstração ou comprovação de teorias. Isso induz à falsa visão de que a ciência é uma verdade absoluta.

> A chamada concepção tradicional (simplista ou tecnicista) da experimentação no ensino esteve presente, e ainda está em muitos planejamentos escolares. Esta se baseia na ideia da experimentação como comprovação de fatos e teorias, fundamentadas na chamada concepção empírico-indutivista da ciência, a qual destaca o papel da observação e da descoberta. Atividades desta natureza não contemplam a relação teoria-prática, sendo tratadas como via de mão única, na qual a prática comprova a teoria ou vice versa. (STUART, 2008, p.63)

MACHADO (2008)e outros autores atentam para a necessidade de que as atividades experimentais sejam desenvolvidas levando em conta algumas características diferentes das que tem ocorrido desde que foram introduzidas na escola e que ainda predominam. Os mesmos têm se preocupado em demonstrar que a atividade experimental realizada no ensino médio precisa ser repensada de maneira a criar um ensino contextualizado, investigativo e que estimule o aluno a levantar hipóteses, questionamentos e também discutir sobre os fenômenos.

Concordamos com Silva e Zanon (2000) quando mencionam que as atividades experimentais devem assumir um papel fundamental no aprendizado das ciências, exercendo uma função pedagógica. Consideramos importante valorizar a experimentação como forma de inter-relacionar saberes teóricos e práticos no processo de construção do conhecimento. Acreditamos que um objetivo importante da experimentação é evar o aluno a articular a teoria com a prática segundo três eixos principais: a reconceituação do trabalho prático, a aprendizagem da ciência e a relação empírico/teórico.

---

seu conhecimento mediante a sua interação com o meio. A interação entre o sujeito e o objeto de aprendizagem deve ser consciente e ativa, para que haja um conflito de ideias e posterior atribuição de significados por parte do aluno. Nota nossa.

Nesse contexto, a explicitação do conhecimento ocorre nos diferentes momentos enão se restringi ao início da atividade experimental, o que exige atenção permanente do professor nos processos de ressignificação do trabalho experimental, demonstrando e percebendo se essa aprendizagem está sendo significativa[5] ou não. A contextualização e a problematização são essenciais para que todo o trabalho desenvolvido não tenha um caráter apenas ilustrativo e cabe ao professor direcionar o aluno. Concordamos, no entanto, que esse processo é lento e complexo (LIMA; MARCONDES, 2005, p.1).

Outra proposta recente é a experimentação problematizadora baseada na perspectiva de Paulo Freire (2005; 2006), na qual a educação é concebida como um processo incessante, inquieto e, sobretudo, de permanente busca. O professor atua procurando despertar no aluno seu senso crítico e que não aceite o conhecimento sem questioná-lo. O conceito da experimentação problematizadora vai além da experimentação investigativa. Compreende ser um processo problematizador e, portanto, libertador no diálogo,onde as identidades culturais são construídas nas experiências vividas (FRANCISCO JR. et al, 2008),

Para facilitar a transposição das ideias de FREIRE (2005; 2006), DELIZOICOV (1983, apud FRANSCISCO JUNIOR *et al.*,2008) propõe três momentos pedagógicos para a experimentação:

1º) Problematização inicial, que consiste em apresentar situações que os alunos vivenciam, incentivando-os a fazer questionamentos e refletir sobre a ciência e o meio em que estão inseridos. Tais situações exigem a introdução de conhecimentos teóricos para sua interpretação;

2º) Organização e sistematização do conhecimento necessário para a compreensão das situações;

3º) Aplicação do conhecimento ou capacitação dos alunos para utilizarem os conhecimentos adquiridos.

Delizoicov (1993) e Francisco Jr. et al (2008) propõe uma **experimentação problematizadora** apoiada nos três momentos pedagógicos descritos anteriormente.Outro fator que consideram importante é o conhecimento prévio do aluno, tendo em vista que todos possuem um conhecimento que deve ser respeitado. Francisco Jr. *et al.* (2008) afirmam que

[5]O conceito de aprendizagem significativa foi proposto por Ausubel (1918-2008) que afirmou que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (NOVA ESCOLA, 2016).

para a pedagogia problematizadora[6] todos nós somos seres inacabados, incompletos, imersos numa realidade também inacabada. Segundo ele as aulas experimentais com enfoque problematizador devem propiciar aos alunos a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações e discutir com o professor todas as etapas do experimento. A atividade experimental não se baseia somente na observação, mas também na teoria, na reflexão do indivíduo eem questões sociais e culturais com o objetivo de ilustrar o desenvolvimento pessoal mediante a problematização das observações experimentais e o diálogo.

Para Hodson (1994), o trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas ideias, comparando-as às ideias científicas. Pesquisas mostram que "[...] os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais acerca da natureza da ciência quando participam de investigações científicas em que haja suficiente oportunidade e apoio para reflexão" (FONSECA 2001, p.35). Para Gonçalves e Marques (2006), a experimentação propicia momentos de reelaboração dos conhecimentos, possibilitando o contato do aluno com fenômenos químicos e a criação de modelos explicativos utilizando uma linguagem própria. Todavia, essas novas formas de pensar a experimentação encontram resistência por parte de alguns professores. Segundo Galiazzi (2001), para mudar a realidade das atividades experimentais é preciso superar reducionismos e as deformações de seus objetivos, da natureza da ciência eas visões sobre o cientista que ainda estão presentes nas concepções de professores em exercício e em formação. Para esta autora, também não significa realizar experimentos sem uma ampla discussão dos resultados e nem um reforço das aulas teóricas ou para confirmar o que o aluno já "aprendeu" em sala de aula.

Atualmente estamos sempre em confronto com um grande número de informações, que nem sempre são devidamente tratadas. A escola tem se tornado responsável por formar e assim atender essa demanda. Grande parte desta tarefa cabe ao professor que, além disso, tem de desenvolver cada vez mais habilidades em seus alunos para o desenvolvimento do conhecimento técnico-científico, o que requer um trabalho amplo e contextualizado. Vivemos em uma época em que tem sido muito comum o uso de materiais sofisticados, destinados a atividades cada vez mais específicas. A isto chamamos de tecnologia e a química é um dos alicerces. A sociedade tecnológica exige das ciências dos materiais respostas precisas e

[6] Os fundamentos da educação problematizadora foram inicialmente propostos por Paulo Freire no livro Pedagogia do Oprimido de 1981. Tem por objetivo esclarecer o educando de seu papel no mundo e perceber a presença da opressão para que possa lutar contra ela (FREIRE, 1981, p. 78).

específicas às suas demandas. A Química, ciência central na concepção de novos materiais, pode oferecer respostas a essa diversidade de demandas, através do conhecimento sobre a constituição, propriedades e transformações das substâncias. No entanto, a produção e a utilização dos materiais têm provocado diversos problemas ambientais e isso também representa um desafio para o ensino da química.

De outro lado, percebe-se que os alunos muitas vezes não conseguem aprender e tem dificuldades em associar o conteúdo estudado com o cotidiano. O ensino torna-os desinteressados e alguns passam a não gostar da disciplina. Isso indica, entre outras coisas, um problema associado à descontextualização do conhecimento científico e sua abordagem fragmentada e não interdisciplinar. O sucesso da construção do conhecimento pelos alunos está relacionado a uma crescente motivação para aprender, na descoberta de novos conhecimentos, com entusiasmo e preparo para novos desafios. Porém, o que se vê nas salas de aula é outra realidade. Os alunos, na maioria das vezes, não apresentam bom desempenho, a culpa recai sobre o professor, o qual por sua vez acredita que o aluno é o único responsável por seu fracasso.

Baseados na teoria da autodeterminação[7], Cargin *et al*. (2011) mencionaram que para promover a motivação e o desempenho dos alunos é preciso satisfazer três necessidades:

- autonomia (as pessoas acreditam que são capazes de realizar uma atividade por vontade própria e não por serem pressionadas);
- competência (capacidade de a pessoa interagir com seu meio de maneira satisfatória);
- pertencer ou estabelecer vínculos (pertencer ou fazer parte).

É preciso saber e utilizar metodologias que envolvam o aluno na aprendizagem dessa disciplina complexa, porém, essencial. Muitos profissionais de áreas afins buscam a formação pedagógica para atuarem no magistério, para que possam aprender soluções inovadoras no ensino da disciplina de Química. O ensino baseado em fórmulas, equações, ligações e mecanismos de reações não deveriam ser o objetivo principal no ensino e aprendizagem de Química. O mais importante seria o desenvolvimento da imaginação, em função das evidências observadas, dos dados analisados e da capacidade de criar modelos explicativos por meio da capacidade de representar átomos, moléculas e transformações químicas, por exemplo, e usá-los na construção do conhecimento químico sobre determinado fenômeno.

[7]A teoria da autodeterminação foi proposta por Deci e Ryan no ano 2000 para compreender como as necessidades psicológicas básicas, em interação com os fatores socioambientais,integram e desenvolvem a personalidade e a motivação autônoma (DECI; RYAN, 2006).

3 - FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

> *O conhecimento é tão inovador porque é crítico e criativo, ou seja, desconstrói a tudo que encontra pela frente, para reconstruir em outro patamar mais favorável e renovado.* (TOMELIN, 2001)

De posse da fundamentação teórica, procuramos uma ferramenta metodológica a ser usada na pesquisa e optamos pela análise de conteúdo para compreender como os alunos estabelecem a relação empírico/teórica. Como sugere Moraes (1999),esta ferramenta metodológica não constitui uma simples técnica, mas uma metodologia variada e em permanente revisão. Segundo o autor, a análise de conteúdo possibilita o atendimento de inúmeras necessidades de pesquisadores envolvidos na análise de dados de comunicação, especialmente aqueles voltados a uma abordagem qualitativa. (MORAES, 1999, p. 25).

Para a compreensão desta metodologia, fundamentamo-nos nas contribuições de Laurence Bardin (1977). Segundo essa autora,

> "[...] o conceito de análise de conteúdo não é suficiente para definir a especificidade da técnica, acrescentando que a intenção é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente de recepção), inferência esta que ocorre a indicadores quantitativos ou não". (BARDIN, 1977, p.36)

A análise de conteúdo tem sua origem no final do século passado, mas suas características e abordagens foram desenvolvidas especialmente ao longo dos últimos cinquenta anos. Desde seu princípio, tem diferentes enfoques para análise e comparação de textos,como no contexto da hermenêutica[8], onde podemos citar, por exemplo, a interpretação dos textos bíblicos, de procedimentos do estudo da escrita até a interpretação de sonhos por Freud. Mesmo tendo sido uma fase de grande produtividade aquela em que esteve orientada pelo paradigma positivista, valorizando, sobretudo a objetividade e a quantificação, esta metodologia de análise de dados está atingindo novas e mais desafiadoras possibilidades na medida em que se integra cada vez mais na exploração qualitativa de mensagens e informações. A análise de conteúdo pode ser considerada como uma metodologia variada e em permanente revisão. Ainda que eventualmente pesquisadores apresentem seus resultados

[8] O termo hermenêutica segundo o dicionário online significa a interpretação ou compreensão do texto, dos sentidos e/ou da significação das palavras que o compõem. Fonte: www.dicio.com.br

não com a denominação de análise de conteúdo, esta se insinua em trabalhos de natureza dialética, fenomenológica e etnográfica e outros.

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo 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.

> Essa metodologia de pesquisa faz parte de uma busca teórica e prática, com um significado especial no campo das investigações sociais. Constitui-se em bem mais do que uma simples técnica de análise de dados, representando uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias. Na sua evolução, a análise de conteúdo tem oscilado entre o rigor da suposta objetividade dos números e a fecundidade sempre questionada da subjetividade. Entretanto, ao longo do tempo, têm sido cada vez mais valorizadas as abordagens qualitativas, utilizando especialmente a indução e a intuição como estratégias para atingir níveis de compreensão mais aprofundados dos fenômenos que se propõe a investigar. Em qualquer de suas abordagens a análise de conteúdo fornece informações complementares ao leitor crítico de uma mensagem, seja ele linguista, psicólogo, sociólogo, educador, crítico literário, historiador ou outro. (MORAES, 1999, p.7)

Como método de investigação, a análise de conteúdo compreende procedimentos especiais para o processamento de dados científicos. É uma ferramenta e um guia prático para a ação, sempre renovada em função dos problemas cada vez mais diversificados que se propõe a investigar. Podemos considerá-la como um único instrumento, mas marcado por uma grande variedade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto da comunicação.

Segundo Olabunega e Ispizúa (1989), trata-se de uma excelente técnica para ler e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos, que analisados adequadamente abrem as portas ao conhecimento de aspectos e fenômenos da vida social de outro modo inacessível. A matéria-prima da análise de conteúdo pode constituir-se de qualquer material oriundo de comunicação verbal ou não verbal, como cartas, cartazes, jornais, revistas, informes, livros, relatos autobiográficos, discos, gravações, entrevistas, diários pessoais, filmes, fotografias, vídeos, etc. Contudo os dados advindos dessas diversas fontes chegam ao investigador em estado bruto, necessitando, então ser processados para, dessa maneira, facilitar o trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que aspira a análise de conteúdo.

> A análise de conteúdo, em sua vertente qualitativa, parte de uma série de pressupostos, os quais, no exame de um texto, servem de suporte para captar seu sentido simbólico. Este sentido nem sempre é manifesto e o seu significado não é único. Poderá ser enfocado em função de diferentes perspectivas. Por isso, um texto contém muitos significados ou sentido tais como:

> (a) o sentido que o autor pretende expressar pode coincidir com o sentido percebido pelo leitor do mesmo;
> (b) o sentido do texto poderá ser diferente de acordo com cada leitor;
> (c) um mesmo autor poderá emitir uma mensagem, sendo que diferentes leitores poderão captá-la com sentidos diferentes;
> (d) um texto pode expressar um sentido do qual o próprio autor não esteja consciente. (OLABUENAGA;ISPIZÚA,1989, p.185)

É também importante salientar que sempre será possível investigar os textos dentro de múltiplas perspectivas, conforme expressa Krippendore (1990), conforme citado por Moraes (1999):

> [...] em qualquer mensagem escrita, simultaneamente, podem ser computadas letras, palavras e orações; podem categorizar-se as frases, descrever a estrutura lógica das expressões, verificar as associações, denotações, conotações e também podem formular-se interpretações psiquiátricas, sociológicas ou políticas. (MORAES, 1999, p.8)

Deve-se ainda lembrar que, embora o consenso ou o acordo intersubjetivo sobre o que significa uma mensagem simplifique a análise de conteúdo, essa coincidência de significados não é indispensável. Os valores e a linguagem natural do entrevistado e do pesquisador, bem como a linguagem cultural e os seus significados, exercem uma influência sobre os dados da qual o pesquisador não pode fugir. De certo modo, a análise de conteúdo é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador em relação à percepção que tem dos dados. Não é possível uma leitura neutra. Toda leitura se constitui numa interpretação.

A questão dos múltiplos significados de uma mensagem e das múltiplas possibilidades de análise que possibilita está muito intimamente relacionada ao contexto em que a comunicação se verifica. Em sua proposta original, a análise de conteúdo se preocupa mais diretamente com o significado das mensagens para os receptores e na evolução desta ferramenta metodológica. Assumiu uma importância cada vez maior as investigações com ênfase tanto no processo como no produto, considerando tanto quem faz análise quanto aqueles que a acolherão.

Ao longo desta evolução, cada vez mais, a compreensão do contexto evidencia-se como indispensável para entender o texto. As mensagens da comunicação são simbólicas e para entender os significados de um texto, portanto, é preciso levar o contexto em consideração. É preciso analisar, além do conteúdo explícito, o autor, o interlocutor e as formas de codificação e transmissão da mensagem. O contexto dentro do qual se analisam os dados deve ser explicitado em qualquer análise de conteúdo. Embora os dados estejam expressos diretamente no texto, o contexto precisa ser reconstruído pelo pesquisador. Isto estabelece certos limites. Não é possível incluir, nessa reconstrução, todas as condições que

coexistem, precedem ou sucedem a mensagem, no tempo e no espaço. Não existem limites lógicos para delimitar o contexto da análise. Isto vai depender do pesquisador, da disciplina e dos objetivos propostos para a investigação, além da natureza dos materiais sob análise.

Tendo em vista os aspectos que foram mencionados, uma pesquisa utilizando a análise de conteúdo necessita fundamentar-se numa explicitação clara de seus objetivos. Dependendo da abordagem de pesquisa utilizada, a definição dos objetivos pode assumir dois rumos diferentes: quantitativo e qualitativo. Numa abordagem quantitativa, dedutiva, de verificação de hipóteses os objetivos são definidos de antemão de modo bastante preciso. Constituem parte essencial do planejamento inicial que precede e orienta as fases posteriores da pesquisa, especialmente a definição dos dados e os procedimentos específicos de análise.

Numa abordagem qualitativa, construtiva (aprendizado) ou heurística (descoberta), esta construção, ao menos em parte, pode ocorrer ao longo do processo. Nesta abordagem, assim como as categorias poderão ir emergindo ao longo do estudo, também a orientação mais específica do trabalho, os objetivos nos seus sentidos mais precisos, poderão ir se delineando à medida que a investigação avança. Entretanto, de modo geral, é possível afirmar que ao concluir-se uma pesquisa é importante ser capaz de explicitar com clareza os objetivos do trabalho realizado. Quando se utiliza a análise de conteúdo, uma clara explicitação de objetivos ajuda a delimitar os dados efetivamente significativos para a pesquisa.

Naturalmente haveria muitas formas de categorizar possíveis objetivos de pesquisas realizadas utilizando análise de conteúdo. Entretanto, estes têm sido definidos historicamente em seis categorias levando em consideração os aspectos intrínsecos da matéria prima da análise, do contexto e das inferências pretendidas. Esta classificação se baseia numa definição original de Laswell, conforme citado por Moraes (1999), o qual caracteriza a comunicação a partir de seis questões:

1) *Quem fala?*

2) Para dizer o que?

3) A quem?

4) De que modo?

5) Com que finalidade?

6) Com que resultados?

Partindo destas categorias, podemos definir os objetivos da análise de conteúdo de acordo com cada questão. Uma Análise de Conteúdo orientada a *"quem fala?"* visa a investigar quem emite a mensagem. Este estudo naturalmente será efetuado a partir da mensagem, a partir da qual se procurará determinar características de quem fala ou escreve,

seja quanto à sua personalidade, comportamento verbal, valores, universo semântico, características psicológicas ou outras. Neste caso, de certo modo, avança-se a hipótese de que a mensagem exprime e representa o emissor. Frente a este objetivo faz-se inferências do texto ao emissor da mensagem.

Quando uma pesquisa utilizando análise de conteúdo se dirige à questão "*Para dizer o quê?"* o estudo se direciona para as características da mensagem propriamente dita, seu valor informacional, as palavras, argumentos e ideias nela expressos. É o que constitui uma análise temática. Os objetivos de uma pesquisa em análise de conteúdo também podem orientar-se "*a quem?"*se dirige a mensagem. Neste caso a investigação focaliza o receptor, procurando inferir as características deste, a partir do que lê ou ouve. Indicadores e características da mensagem originam inferências sobre quem a recebe. Quando os objetivos da análise de direcionam ao "*como?"*, o pesquisador estará voltado à forma como a comunicação se processa, seus códigos, seu estilo, a estrutura da linguagem e outras características do meio pelo qual a mensagem é transmitida. Ao direcionar seu estudo para *"com que finalidade?"*, o pesquisador se questionará sobre os objetivos de uma dada comunicação, sejam explícitos ou implícitos. Analisar a finalidade é novamente orientar-se para o emissor, mas no sentido de captar as finalidades com que emite uma determinada mensagem, sejam eles manifestos ou ocultos. Ao focalizar *"com que resultados?"*, procura-se identificar e descrever os resultados efetivos de uma comunicação. Os objetivos não coincidem necessariamente com os resultados efetivamente atingidos e, assim, a pesquisa pode também explorar a questão da congruência entre fins e resultados.

A definição dos objetivos de uma análise de conteúdo a partir deste esquema ou de outro não implica em ater-se a uma destas categorias. Pesquisas poderão direcionar-se para duas ou mais destas questões ao mesmo tempo. Do mesmo modo, os métodos e técnicas de análise poderão variar em função dos objetivos propostos. A percepção do conteúdo e de modo especial as inferências atingidas dependem dos objetivos propostos. Uma compreensão dos fundamentos da análise de conteúdo certamente é importante para o analista conseguir tirar o máximo dessa metodologia. Compreender sua história, entender os tipos de materiais que possibilita analisar, estando ao mesmo tempo consciente das múltiplas interpretações que uma mensagem sempre possibilita e da multiplicidade de objetivos que uma análise de conteúdo pode atingir, auxiliam a explorar melhor as possibilidades desta metodologia de análise.

Alguns aspectos específicos da metodologia que fundamenta a análise de conteúdo, ainda que diferentes autores proponham diversas descrições do processo, pode ser sintetizada em cinco etapas:

1) Preparação das informações;

2)Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades;

3) Categorização ou classificação das unidades em categorias;

4) Descrição;

5) Interpretação.

Ao discutirmos estas etapas estamos focalizando principalmente uma análise qualitativa, mesmo entendendo que também poderão ser aplicadas em estudos quantitativos. Estas cinco etapas precisam ser necessariamente precedidas das definições normais que acompanham um projeto de pesquisa, quais sejam explicitar um problema, estabelecer claramente os objetivos da pesquisa e a partir disto reunir os dados previstos pelo projeto.Examinaremos a seguir cada uma dessas etapas no conteúdo desta dissertação.

3.1 - Processo de preparação e coleta de dados

As questões a serem analisadas a serem analisadas nessa pesquisa foram:

i- Os alunos articulam o aspecto fenomenológico e o teórico durante um procedimento experimental?

ii- Que atitudes são importantes nas aulas experimentais que poderiam intensificar ou melhorar a relação fenômeno/teoria feita pelos alunos?

iii- O que ocorre nesta feita pelos alunos quando lhes são oferecidos elementos do campo teórico?

Estas questões nos levaram a um objetivo: Identificar as possibilidades de articulação da relação entre fenômeno e teoria no ensino de química realizando operações epistêmicas. Definido o objetivo e as questões a serem respondidas, nos propomos realizar um processo de preparação, que consistiu em levantar as diferentes amostras de informação sobre o tema. Para isto, procuramos fazer uma seleção e leitura de publicações relacionadas ao tema da experimentação no ensino de química e selecionamos aquelas que efetivamente estavam de acordo com nosso objetivo. Nas primeiras semanas de agosto de 2013fizemos a seleção dos experimentos que iríamos trabalhar e o roteiro dos questionários que os alunos iriam responder. Estes questionários consistiram em um roteiros emi-estruturado no qual foram elaboradas cinco (5) questões abertas, uma (01) fechada e três (3) para os alunos responderem

oralmente. As questões orais foram gravadas em áudio. Os questionários apresentavam também uma figura representativa e as questões eram respondidas mediante a apresentação de cada um dos três experimentos.

Assim, construímos o questionário inicial e fizemos um teste piloto visando testá-lo com seis alunos do terceiro ano do ensino médio de uma turma da Educação de Jovens e Adultos da Escola Estadual Governador Milton Campos, no início de dezembro de 2015. Posteriormente, apresentamos os mesmos fenômenos e aplicamos o mesmo questionário a uma bateria de dezoito alunos de ensino médio de três escolas estaduais do município de São João del-Rei, entre os dias 16 a 20 de dezembro de 2013. Uma segunda coleta de dados foi realizada após alterarmos o questionário com base na sugestão de alguns pesquisadores na ocasião da apresentação da pesquisa na 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, ocorrida entre 25 a 28 de maio de 2015. As alterações relacionaram-se à inserção de uma tabela contendo palavras ou termos pertencentes ao campo teórico da química num item específico do questionário. Assim, os alunos desta segunda e última coleta de dados deveriam selecionar e utilizar essas palavras e termos na construção de suas interpretações explicativas para os fenômenos.

Em cada escola seis alunos responderam ao questionário, sendo três individualmente e três em grupo. Utilizamos três experimentos simples, de fácil execução e observação: a ebulição da água em um tubo de ensaio, a reação de uma lâmina de zinco com solução de ácido clorídrico e a dissolução de um pedaço de comprimido efervescente em duas temperaturas diferentes. Os procedimentos experimentais ora foram realizados pelo pesquisador, ora pelos próprios alunos,conforme a escolha deles. Os questionários foram respondidas por escrito. Nas entrevistas, as falas foram gravadas em áudio e transcritas para a análise do conteúdo de suas comunicações fundamentada na metodologia de Análise de Conteúdo de Laurence BARDIN (1977).

No mês dezembro de 2013 procuramos a Superintendência Regional de Ensino de São João del-Rei e pedimos um documento que nos autorizava a realizar a pesquisa nas escolas com o compromisso de não identificar nenhum dos alunos. A amostragem foi de seis alunos em cada uma das três escolas : Escola Estadual Governador Milton Campos, Escola Estadual Dr. Garcia de Lima e Escola Estadual João dos Santos. O critério de seleção destas escolas foi somente por ter professores formados na Universidade Federal de São João Del Rei e por ter laboratórios em suas dependências onde acontecem aulas experimentais regularmente. Em cada uma das escolas, seis alunos foram escolhidos aleatoriamente e divididos em três (03)individuais e três (03)em grupo, totalizando 18 alunos nas três escolas.A divisão dos

alunos pesquisados em cada escola foi para que, de certa forma, pudéssemos avaliar suas falas individualmente e também em grupo.

3.1.1 - Identificação das Escolas onde realizamos a coleta de dados

A primeira escola que trabalhamos foia Escola Estadual Governador Milton Campos. Esta escola foi inaugurada em 15 de outubro de 1974, tendo como ideais filosóficos a liberdade, o conhecimento específico, as práticas para o trabalho e a cidadania. Atualmente a Escola é dirigida pela professora Adriana Leitão e suas vice-diretoras - Áurea do Carmo Zanetti Carazza e Débora de Resende Lara, que foram eleitas pela comunidade escolar. Segundo as dirigentes, a gestão desta escola tem como característica o dinamismo, a cooperação, a transparência, a afetividade e o respeito. A filosofia dessa escola é educar seus alunos para serem cidadãos e não estarem cidadãos. Situada no bairro de Matozinhos da cidade de São João del Rei, possui um laboratório em espaço físico próprio e bem equipado para que os que os professores possam desenvolver aulas experimentais. A pesquisa com esta escola foi realizada primeiramente no dia 11 de dezembro de 2013, época em que o período escolar estava se encerrando e os alunos estavam muito agitados com os possíveis resultados do ano letivo. Retornarmos a esta escola em julho de 2015 para prosseguir o estudo.

A segunda escola onde trabalhamos foi a Escola Estadual Dr. Garcia de Lima, criada pelo Decreto nº 9.337 em 14 de janeiro de 1966. Nesta data foi criado o Grupo Escolar do bairro das Fábricas, precursor da escola, funcionando, então, com nove turmas em três turnos. Neste mesmo ano a Escola recebeu o nome de Grupo Escolar Doutor Garcia de Lima e posteriormente Escola Estadual Doutor Garcia de Lima. Em 1984, no governo do Dr. Tancredo de Almeida Neves, houve a extensão de séries, em decorrência da junção com o Ginásio Industrial, e em seguida, criou-se o ensino de segundo grau. Em 1998 foi instituído o Ensino Médio Noturno. A escola também possui um laboratório de ciências onde os alunos realizam atividades experimentais regularmente. A escola tem como princípios pedagógicos o exercício da cidadania; o prazer de aprender; a curiosidade; a investigação dos diversos modos de aprendizagem e das maneiras de refletir e de agir, o gosto de saber e de ensinar, procurando fazer o intercâmbio entre a realidade escolare o cotidiano num desafio entre educação e vida.A pesquisa com esta escola foi realizada no dia 13 de dezembro de 2013 e como na primeira escola retomado em julho de 2015.

A terceira escola em que realizamos nossa coleta foi a Escola Estadual João dos Santos. A escola foi criada pelo Decreto nº 2106, de 5 de outubro de 1907 e instalada em 26

de julho de 1908. Na época, funcionou no prédio número 15 da antiga Rua da Prata, hoje Rua Padre José Maria Xavier. Atualmente a escola é dirigida pela professora Neyde Dinis Lima. A denominação da escola homenageia o Visconde de Ibituruna, Dr. João Batista dos Santos (1828 - 1911), médico ilustre, membro do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, político de destaque tendo sido presidente da Província de Minas Gerais e autor de diversos trabalhos científicos.A pesquisa com esta escola foi realizada no dia 14 de dezembro de 2013 e como nas outras escolas,retomado em julho de 2015.

3.2 - Processo de unitarização e definição da unidade de registro

Uma vez que concluímos a etapa de coleta de dados,estes foram submetidos ao processo de unitarização. Este processo consistiu em (re)leituras cuidadosas do material com a finalidade de definir como faríamos a análise e como identificaríamos nas respostas dos alunos as categorias definidas para a análise. Optamos por marcar com cores os termos comuns apresentados em suas falas, conforme apresentamos no próximo capítulo. Concluído este processo, obtivemos os diferentes registros divididos em elementos menores, cada um deles identificado por uma cor. Contudo, para iniciar o processo de análise, tomamos uma série de cuidados no sentido de tentar compreender a visão dos alunos. Moraes (1999) ressalta que é muito importante processar os dados advindos de pensamentos diferentes, ou seja, de fontes diferentes, para facilitar o trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que aspira a Análise de Conteúdo.Esta etapa foi considerada, de certo modo, uma interpretação pessoal em relação à percepção que tivemos dos dados.

Para iniciar os trabalhos, foi feita a leitura flutuante[9], o que para BARDIN (1977) consiste em estabelecer o contato com os documentos a analisar, deixando-nos invadir pelas impressões e orientações para nos familiarizarmos com a linguagem abordada pelos egressos que vivenciaram o programa, tratados também por MORAES (1999) por *unitarização ou transformação do conteúdo em unidades*.

3.3 - Processo de Categorização

No processo de categorização proposto BARDIN(1977), a categorização é oprocedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles. Classifica-

[9] Leitura flutuante consiste em tomar um contato intensivo com o material para conhecer seu conteúdo (MINAYO,2007).

se por semelhança ou analogia segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo. Estes critérios podem ser semânticos, originando categorias temáticas. Podem ser sintáticos, definindo-se categorias a partir de verbos, adjetivos, substantivos, etc. Segundo a autora, as categorias podem ainda ser constituídas a partir de critérios léxicos, com ênfase nas palavras e seus sentidos ou podem ser fundadas em critérios expressivos focalizando em problemas de linguagem. Cada conjunto de categorias, entretanto, deve fundamentar-se em apenas um destes critérios.

Como colocam Olabuenaga e Ispizúa(1989), o processo de categorização deve ser entendido, em sua essência, como um processo de redução dos dados. As categorias representam o resultado de um esforço de síntese de uma comunicação, destacando neste processo seus aspectos mais importantes.A categorização é, portanto, uma operação de classificação dos elementos de uma mensagem seguindo determinados critérios. Ela facilita a análise da informação, mas deve fundamentar-se numa definição precisa do problema, dos objetivos e dos elementos utilizados na análise de conteúdo.

Também é preciso compreender que a análise do material se processa de forma cíclica e circular, e não de forma sequencial e linear. Os dados não falam por si. É necessário extrair deles o significado. Isto em geral não é atingido num único esforço. O retorno periódico aos dados, o refinamento progressivo das categorias, dentro da procura de significados cada vez melhor explicitados, constituem um processo nunca inteiramente concluído, em que a cada ciclo podem atingir-se novas camadas de compreensão. Mas, que características devem ter as categorias? A que critérios devem obedecer a categorização na análise de conteúdo?A categorização é sem dúvida, uma das etapas mais criativas da análise de conteúdo. Entretanto, seja com categorias definidas a priori, seja com uma categorização a partir dos dados, o estabelecimento de categorias necessita obedecer a um conjunto de critérios. As categorias devem ser *válidas, exaustivas e homogêneas.* A classificação de qualquer elemento do conteúdo deve ser *mutuamente exclusiva.* Finalmente uma classificação deve ser *consistente*. Mesmo admitindo diferenças na aplicação e interpretação destes critérios, é importante discuti-los e compreendê-los. O eventual não atendimento a algum deles numa pesquisa deve ser justificado adequadamente (BARDIN 1977).

A amplitude e precisão das categorias estão diretamente ligadas ao número de categorias: em geral, quanto mais subdivididos os dados e quanto maior o número de categorias, maior a precisão da classificação. Entretanto é preciso ter em consideração que um número grande de categorias pode introduzir dificuldades de compreensão. O objetivo básico

da análise de conteúdo é produzir uma redução dos dados de uma comunicação, o que, em geral, exigirá um número reduzido de categorias.

As categorias necessitam serem válidas, pertinentes e adequadas. Uma característica inicial e básica de todo e qualquer conjunto de categorias deve ser a sua validade. Dizer que uma categorização deve ser válida significa dizer que deve ser adequada ou pertinente. Esta adequação se refere aos objetivos da análise, à natureza do material que está sendo analisado e às questões que se pretende responder por meio da pesquisa.

A validade ou pertinência exige que todas as categorias criadas sejam significativas e úteis em termos do trabalho proposto, sua problemática, seus objetivos e sua fundamentação teórica. Além disto, todos os aspectos significativos do conteúdo investigado e dos objetivos e problemas da pesquisa devem estar representados nas categorias. Entre os dois extremos, criar novas categorias e criar categorias úteis e significativas, é preciso atingir um equilíbrio em que o número de categorias seja mantido no mínimo necessário. O pesquisador deve ser parcimonioso neste sentido.

Quando as categorias são definidas a priori, a validade ou pertinência pode ser construída a partir de um fundamento teórico. No caso de as categorias emergirem dos dados, os argumentos de validade são construídos gradativamente. Uma categorização válida deve ser significativa em relação aos conteúdos dos materiais que estão sendo analisados, constituindo-se numa reprodução adequada e pertinente destes conteúdos. Dizer que um conjunto de categorias deve ser exaustivo significa dizer que deve possibilitar a categorização de todo o conteúdo significativo definido de acordo com os objetivos da análise. Assim, cada conjunto de categorias deve ser exaustivo no sentido de possibilitar a inclusão de todas as unidades de análise. Não deve ficar nenhum dado significativo que não possa ser classificado.

Nunca é demais lembrar que a regra da exaustividade precisa ser aplicada aos conteúdos efetivamente significativos do estudo. Os objetivos da análise definem o conjunto de dados que efetivamente deverão ser categorizados. Uma vez tomada esta decisão, as categorias deverão ser exaustivas, isto é ter possibilidade de enquadrar todo o conteúdo. As categorias também devem atender ao critério da *homogeneidade*. Além de serem válidas e suficientemente abrangentes de modo a possibilitarem a inclusão de todos os dados significativos, as categorias também precisam ser homogêneas. Sua organização deve ser fundamentada em um único princípio ou critério de classificação. Dizer que um conjunto de categorias é homogêneo significa poder afirmar que todo o conjunto é estruturado em uma única dimensão de análise. Numa perspectiva quantitativa é dizer que deve basear-se numa única variável. Se houver mais de um nível de análise, o critério de homogeneidade deve estar

presente em todos os níveis. Além disto, é importante que esta homogeneidade não seja garantida apenas em conteúdo, mas igualmente em nível de abstração.

Além dos critérios anteriores, as categorias devem ainda atender ao critério de *exclusividade ou exclusão mútua*. Garantida a exaustividade e a homogeneidade de suas categorias, o analista de conteúdo precisa assegurar ainda que cada elemento possa ser classificado em apenas uma categoria. É o critério de exclusividade ou exclusão mútua. Um mesmo dado não pode ser incluído em mais de uma categoria, ou seja, cada elemento ou unidade de conteúdo não pode fazer parte de mais de uma divisão. Para que um conjunto de categorias atenda ao critério da exclusividade é importante que seja construído um conjunto de regras de classificação bem precisas e claras.

Finalmente, as categorias na análise de conteúdo devem atender ao critério de *objetividade, consistência ou fidedignidade.* O critério de objetividade ou consistência está muito estreitamente relacionado ao critério de exclusividade. Quando um conjunto de categorias é objetivo, as regras de classificação são explicitadas com suficiente clareza de modo que possam ser aplicadas consistentemente ao longo de toda a análise. Isto significa que não deveria ficar nenhuma dúvida quanto às categorias em que cada unidade de conteúdo deveria ser integrada. Quando um conjunto de categorias atende ao critério da objetividade, a classificação não será afetada pela subjetividade dos codificadores. Nestas condições diferentes pesquisadores deverão chegar a resultados semelhantes quando categorizando as mesmas unidades de conteúdo, a partir das mesmas regras de classificação.

A questão da objetividade tem sido cada vez mais questionada nas pesquisas qualitativas. Neste tipo de investigação o pesquisador muitas vezes acredita em realidades múltiplas e cada um poderá captar dimensões diferentes a partir de um mesmo texto ou mensagem. Isto, entretanto, refletir-se-á possivelmente mais na constituição de conjuntos diferentes de categorias do que na classificação do conteúdo, uma vez estabelecido o conjunto de categorias. Portanto, mesmo em pesquisas essencialmente qualitativas, o critério da objetividade ou consistência das categorias e da classificação parece continuar significativo e importante de ser considerado.

É importante destacar que a construção da validade e das outras características das categorias de uma análise de conteúdo, especialmente numa análise qualitativa, ocorre ao longo de todo o processo. Categorias definidas a priori já devem atender aos critérios de classificação de antemão, isto é antes de proceder à classificação propriamente dita do conteúdo. Categorias construídas a partir do próprio material exigem que o atendimento aos critérios de classificação ocorra ao longo do processo da análise. Os argumentos de validade,

exaustividade, homogeneidade, exclusividade e objetividade precisam ser construídos ao longo da análise.

Após a organização de todas as entrevistas em quadros de significados, procuramos reduzir essas unidades detectadas, pois percebemos que nas entrevistas há registros que possuem elementos em comum, o que Bardin (1977) trata por *co-ocorrência*, que é a presença simultânea de duas ou mais unidades de registro numa unidade de contexto, que poderiam ser reagrupadas. Percebemos que, além de haver elementos em comum nas unidades de contexto, há discursos semelhantes entre as unidades das entrevistas em geral, o que permitirá uma redução das unidades de significados em categorias mais gerais. Na fase de tratamento dos dados, Moraes (1999) considera a fase de reagrupamento dos dados como momento no qual devemos atingir uma compreensão profunda do conteúdo das unidades sendo, portanto a *Interpretação dos dados*.

3.4 - A descrição

Uma vez definidas as categorias definidas e encerrada a coleta de dados,nos propusemos a escrever nossas impressões sobre as falas dos alunos. Em se tratando de uma pesquisa qualitativa esta descrição envolveu a organização de tabelas reunido as categorias construídas no trabalho, as questões pertinentes a cada categoria e a marcação dos termos semelhantes encontrados nos enunciados dos alunos. Para cada uma das categorias dos três fenômenos produzimos um texto síntese que expressa o conjunto de significados presentes na análise. Algumas vezes, fizemos o uso intensivo de “citações diretas” dos dados originais.

Este ainda não será o momento interpretativo, ainda que possa haver descrições cada vez mais abrangentes, dependendo dos níveis de categorização. De modo geral, a organização desta descrição é determinada pelo sistema de categorias construído ao longo da análise. O momento da descrição foi, sem dúvida, de extrema importância na análise do conteúdo. Foi o momento de expressar os significados captados nas mensagens analisadas. O capítulo seguinte traz os dados da análise, onde apresentamos a descrição dos resultados e que certamente constitui um dos capítulos mais importantes desta pesquisa.

3.5 - A interpretação dos dados

Nesta etapa procuramos fazer as interpretações das falas dos alunos. Foi necessário deixar claro e compreender que no mundo da pesquisa há algumas pistas, como aborda Gatti(2002), para não cairmos nas armadilhas de nossos desejos e de nossa visão sobrea questão principal desta pesquisa. Assim procuramos estar ciente de que não existe apenas um método de pesquisa, ou seja, temos que entender a pesquisa como uma maneira de obtermos conhecimento, sendo este vinculado a critérios e escolhas de interpretação, independente da natureza dos dados.

A pesquisa educacional pode compreender uma vasta diversidade de questões, como nos afirma Gatti(2002). Considerando apenas a questão dos aspectos escolares, tem-se discutido sobre problemas de legislação, de currículo, de métodos e tecnologia de ensino, de formação de docentes e das relações professor/aluno. Para esta autora, o campo de pesquisas em educação tem se apresentado de forma diversificada, reafirmando a multiplicidade de métodos, procedimentos e questões.

A interpretação das falas dos alunos constitui um passo imprescindível para a análise de conteúdo. Restringimo-nos ao que foi dito pelos alunos sem buscar os significados ocultos, como processos psíquicos ou sociais envolvidos na formação do conhecimento.

Vários elementos estão envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, entre eles a relação aluno/professor/conteúdo. Porém,consideramos que esse processo é evidenciado quando os alunos fazem as relações entre o empírico e o teórico. Um dos aspectos importantes das atividades empíricas está em se fazer uma reflexão sobre o que vai acontecer ou em buscar uma justificativa/explicação para o fenômeno, porque isto revela a associação que é feita com as informações teóricas (mentais) referentes ao tema. Nos discursos sobre aprendizagem é consenso a ideia de que o aluno aprende a partir de seus conhecimentos prévios modificando ou aperfeiçoando aquilo que já é conhecido. Em geral, os conceitos prévios dos alunos são esquemas mentais alternativos, imperfeitos, incompletos e, por isso, devem, desde o primeiro momento, serem inseridos no contexto da sala de aula e do ensino.

> Para que uma aprendizagem significativa possa acontecer, é necessário investir em ações que potencializem a disponibilidade do aluno para a aprendizagem, o que se traduz, por exemplo, no empenho em estabelecer relações entre seus conhecimentos prévios sobre um assunto e o que está aprendendo sobre ele. O conhecimento prévio dos alunos constitui um amplo esquema de ressignificação, devendo ser mobilizado durante todo o processo de ensino-aprendizagem, pois a partir dele o indivíduo interpreta o mundo. (BRASIL, 1998, p)

Para esta pesquisa, conforme já mencionado, foram apresentados três fenômenos simples aos alunos e entregue um questionário referente a cada um. Os alunos deveriam observar e depois expressar suas interpretações para analisarmos suas formas de pensar, prevendo, explicando ou correlacionando os conceitos envolvidos. Em cada questionário, três questões abertas e uma questão objetiva foram apresentadas,onde, baseado nas respostas dos alunoscorres pondentes às categorias pré-estabelecidas, procuramos sistematizar seus pensamentos sobre cada fenômeno.

Nesta tentativa de analisar como os alunos constroem a relação empírico teórico, Wells (1998) afirma ser relevante considerar que as previsões e explicações sobre uma atividade experimental são tão importantes quanto os processos de raciocínio utilizados para desenvolvê-las. Conforme esse autor,se propor a pensar sobre o experimento já é uma busca de teorização, pois para entender o fenômeno, começa-se a estabelecer relações com outros conhecimentos que já se tem e que tem relevância nos resultados da atividade experimental.

Neste trabalho, o pensar sobre os experimentos fica evidente quando buscamos as operações epistêmicas de previsão, explicação e correlação de conceitos nas falas dos alunos, a partir de fenômenos supostamente conhecidos por eles. A relação entre as categorias e questões propostas para a coleta de dados é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2: Relação entre as categorias e questões

Categorias	**Questões**
1- Previsão	Q1 e Q2
2- Explicação	Q3
3- Correlação de conceitos	Q4

Realizamos a interpretação das falas dos alunos levando em conta o conceito de operação epistêmica e as categorias para análise de conteúdo indicadas acima.

4 - OS EXPERIMENTOS, AS PERCEPÇÕES E ASCOMPREENSÕES DOS ALUNOS

> *"A relação do nosso dizer com as coisas (em sentido amplo do termo) nunca é direta, mas se dá sempre obliquamente: nossas palavras não tocam as coisas, mas penetram a camada de discursos sociais que recobrem as coisas".* (FARACO, 2003)

4.1 - Experimento1: Aquecimento da água

O fenômeno relaciona-se à ebulição da água sem uso de termômetro. Os alunos observaram a fervura da amostra de água colocada em um tubo de ensaio, seguro por uma pinça de madeira e aquecido na chama de uma lamparina. A expectativa era que os estudantes reconhecessem o efeito do calor sobre as interações intermoleculares para a mudança de estado físico. As tabelas a seguir apresentam as respostas escritas e falas dos alunos sobre o fenômeno. Para cada categoria, após as tabelas, apresentamos nossa análise. A imagem abaixo foi utilizada para representar o experimento 1.

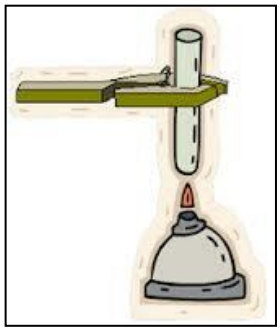


Figura 7: Experimento 1: Aquecimento da água

Fonte: http://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/fazendo-um-espelho-prata.htm

4.1.1 - Prevendo o Experimento 1

Duas questões foram utilizadas para abordar a categoria epistêmica da previsão. Consideramos que ao fazer a previsão os alunos consigam supor o que vai acontecer, antecipando o resultado, a partir de seus conhecimentos. Em tal suposição, podem ou não aparecer conceitos do campo teórico. A primeira questão do questionário foi a seguinte:

Q1 - O que você espera que aconteça neste experimento?

A segunda questão dentro dessa categoria foi feita oralmente:

Q2 - O que aconteceria se no lugar da água tivesse utilizado outra substância como o álcool, por exemplo?

O quadro 3 a seguir apresenta as respostas dos alunos.

Quadro 3: Previsões feitas pelos alunos para o experimento 1

Q1- O que você espera que aconteça neste procedimento?				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	*Vai esquentar, entrar em ebulição.*	*A água entra em ebulição.*	*A água vai entrar em ponto de ebulição a medida que for esquentada e vai borbulhar.*	*A água vai esquentar, entrar em ebulição e a água vão evaporar.*
E2	*O fogo vai aquecer a água, que esta contida no recipiente de vidro, porque o vidro também será aquecido.*	*A água se encontra no estado líquido inicialmente e como é aquecida ao fogo espera-se que ela passe para o estado gasoso, assim evaporando.*	*Eu acho que a água irá evaporar após ser aquecida pelo fogo.*	*A água passará do estado líquido para o gasoso, processo denominado evaporação.*
E3	*O fogo vai aquecer o tubo de ensaio com água e essa água vai ferver até se transformar em vapor.*	*Espero que ferva o líquido que contem no tubo de ensaio e o evapora.*	*Devido ao calor pelo qual a água presente no tubo de ensaio está submetida a mesma entrará em processo de ebulição.*	*O fogo vai fazer a água esquentar e entrar em ebulição e vai virar vapor.*
Q2- O que aconteceria se no lugar da água tivesse utilizado outra substância como o álcool, por exemplo?				
E1	*Vai demorar mais para entrar em ebulição porque o ponto de ebulição das substancias são diferentes.*	*Acho que ele vai atingir seu ponto de ebulição, porém seria mais rápido / que a água, porque o ponto de ebulição entre os dois são diferentes.*	*Álcool no lugar da água? // Ia evaporar mais rápido, / porque o ponto de ebulição da água maior que do álcool.*	*O álcool apenas esquentaria, / mas não vai ferver / porque as moléculas são diferentes.*
E2	*Acredito que o álcool sairia do tubo, pois o álcool ferver muito rápido / e com mais violência.*	*Demoraria mais tempo para pegar fervura, pois o álcool é uma substancias simples.*	*Acho que iria demorar mais //o ponto de ebulição do álcool é maior que da água.*	*Entraria em ebulição mais rápido, pois o álcool é mais volátil isto é possui menor temperatura de ebulição.*
E3	*O álcool é uma substância inflamável, por isso se ser aquecido, pega fogo.*	*Acontece uma explosãopois o álcool é muito forte e se utilizado com fogo gera muito calor e assim tem uma explosão.*	*Entrará em processo de ebulição mais rápido. Por que a temperatura com que o álcool entra em ebulição é menor que o da água.*	*O álcool? / Não vai fervermas iria evaporar muito rápidoe tem possibilidade de pegar fogo.* ***Por que?*** *Porque o álcool evapora e é inflamável.*

Observa-se nesta categoria de previsão que em nove (09) das doze (12) respostas deste grupo de alunos aparece o termo aquecer ou esquentar (marcadas em verde) e em uma resposta do aluno A3 da E3 aparece a palavra calor. É importante notar que em todas as respostas os alunos utilizaram termos relativos ao senso comum relativos à mudança de estado físico, tais como ebulição ou ferver, evaporação, vaporização e transformar em vapor. O A3 da E1 utilizou ainda a palavra borbulhar, também do senso comum, para caracterizar a ebulição.

Vale lembrar que evaporar e vaporização possuem o mesmo significado tendo origem na palavra de origem latina *evaporare*. Significa a passagem de uma substância do estado líquido para o estado gasoso de forma lenta e natural. Já a ebulição, termo científico, também remete ao ato de evaporar, porém de forma forçada, geralmente utilizando uma fonte de calor. A resposta do A3 da E3 sintetiza de forma correta a previsão do procedimento empírico 1: "*Devido ao calor pelo qual a água presente no tubo de ensaio está submetida, a mesma entrará em processo de ebulição".*

Na questão Q2, as respostas foram divergentes, sendo cinco (05) corretas (marcadas em vinho) e sete (07) incorretas ou sem expressar significados para a substituição da água pelo (marcadas em rosa). É importante destacar os termos de mudança de estado físico utilizados pelos alunos (marcados de amarelo) e a questão da inflamabilidade do álcool evidenciado nas respostas dos alunos da E3. A resposta do grupo de alunos da E2 associou ebulição com volatilidade apontando indícios do conhecimento científico, ou seja, do aspecto teórico: "Entraria em ebulição mais rápido, pois o álcool é mais volátil, isto é possui menor temperatura de ebulição".

Em suas previsões sobre o fenômeno, os alunos basearam-se com maior frequência no empirismo, ou seja, no senso comum,porém também houve a inserção de termos do conhecimento cientifico. É importante salientar que a previsão do que vai acontecer é fator importante em um procedimento empírico, pois a previsão revela o conhecimento que os alunos têm sobre o tema, aqui se tratando da mudança de estado físico da água e do álcool, de líquidos para gases. Na previsão, o conhecimento prévio entra em evidência e, se bem alicerçado, pode desencadear curiosidade ou expectativa ou confrontar os resultados com seus conhecimentos. Neste fenômeno, consideramos que os alunos realizaram a operação epistêmica da previsão, mas detendo-se àquilo que é imediato, o que é visto "com os olhos", remetendo ao nível submicroscópico com menor frequência.

4.1.2 - Explicando o que aconteceu no experimento 1

A terceira questão proposta aos alunos referiu-se à categoria explicação. Consideramos que esta operação epistêmica se concretiza quando o aluno formula sua compreensão do fenômeno tentando dar um significado sobre o que ocorreu. Nesta categoria, tínhamos as respostas dos alunos na primeira coleta de dados realizada em 2013. Essas respostas refletiram poucas articulações com o conhecimento teórico, como mostram os enunciados abaixo:

- *A água esquentou e com o tempo ela começou a borbulhar saindo uma "fumaça" evaporando..(A1 E1)*
- *Com o passar de um determinado tempo com a água no fogo, ela começou a ferver e borbulhar(A3E1)*
- *Ao esquentar a água, começa a entrar em ebulição. Observa-se bolhas se formando e a água evaporando. (A2E2)*
- *A água foi esquentando até o seu ponto de ebulição, onde foi mudando do estado líquido para o gasoso.(AG-E2)*
- *Quando colocou a água no fogo, passou um pouco, começou a formar bolhas d'água, depois começou a pular (A3- E3)*
- *Começo a esquentar fazendo um barulho e soltando umas bolhas (AG-E3)*

As respostas dos alunos nesta fase da coleta de dados apresentaram uma limitação de termos do conhecimento científico que caracterizam articulações com o aspecto teórico para compreensão do fenômeno. Os termos apresentados se limitavam à mudança de estado físico da matéria tais como evaporando, ebulição e liquido/gasoso. Procurando favorecer a interação com o campo teórico, inserimos um conjunto de palavras ou termos da química nessa questão, onde os alunos deveriam escolher e utilizar uma delas para a construção de suas explicações. Para aumentar o número de opções, apresentamos cada palavra no singular e no plural. A questão proposta e a listagem dos termos são apresentadas abaixo:

Q3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma das palavras apresentadas no quadro 4:

Quadro 4: Termos disponibilizados para os alunos explicar o experimento 1

aldeído	ânion	aldeídos	ânions
cátion	camada eletrônica	Cátions	camadas eletrônicas
elétron	isótopo	Elétrons	isótopos
molécula	próton	moléculas	prótons

O quadro a seguir apresenta as respostas dos alunos.

Quadro 5: Explicações dadas pelos alunos para o experimento1

Q3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma das palavras apresentadas.				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	*As moléculas da água,quando em contato com o fogo foi surgindo aos poucos.*	*As moléculas de águase expandem quando entram em ebulição.*	*As moléculas de água foram evaporando e formando pequenas bolinhas com alta temperatura, entrando em um ponto de ebulição maior.*	*As moléculas de águacomeçaram a se movimentar.*
E2	*Após o aquecimento as moléculas de água se evaporaram.*	*As moléculas contidas no estado líquidoforam expulsas quando a água entrou em fervura, ou seja, houve interações intermoleculares.*	*Com a evaporação da água, as moléculas que estavam mais juntas no estado líquidose soltaram e espalharam durante o estado gasoso.*	*Ao aproximar o tubo de ensaio preenchido pela metade com moléculas de água observamos que após algum tempo, as moléculas começaram a ferversofrendo alguma alteração.*
E3	*As moléculas da águase modificam conforme mudam de camadas eletrônicas.*	*A água vai fervendoe assim criando várias moléculas de água.*	*As moléculas de águase agitam em contato com o fogo ocorrendo mudança de camada eletrônica..*	*As moléculas de água se esquentam, começam a borbulhar formando o vapor.*

Em suas explicações, observamos, desta vez, que os alunos recorreram com maior frequência a termos do senso científico tais como: ebulição, as moléculas começam a se movimentar, interações intermoleculares, moléculas se agitam, camada eletrônica.

Observamos ainda que todos recorreram ao termo **moléculas** (marcado em azul) em suas respostas.

Os alunos em grupo da E1 se referiram ao movimento cinético das moléculas causado pela elevação da temperatura, porém sem mencionar as interações intermoleculares. As interações intermoleculares foram citadas pelo A2 da E2 porém, sem aprofundamento do conceito. Outros alunos fizeram menção ao tempo que leva para a transformação (AG da E2) e ao movimento das moléculas (A3 da E3) (marcado em verde). Algumas citações (marcadas em vermelho) consideramos incorretas, como a resposta do A1 da E3 que explica: "*As moléculas da água se modificam conforme mudam de camadas eletrônica".* Estes argumentos explicativos incorretos, utilizados na explicação para a estruturação de suas respostas, mostram uma confusão com conceitos teóricos relacionados a outros fenômenos, embora demonstre operações epistêmicas no nível teórico.

As respostas dos alunos mostraram uma diferença em comparação com as da primeira fase da coleta de dados. Isso sugeriu que a inserção de palavras do campo teórico suscitou operações nesse nível de conhecimento. Todavia, suas operações epistêmicas foram contempladas parcialmente, uma vez que suas explicações necessitam de aprimoramento e relação com os conceitos científicos envolvidos no fenômeno. As respostas mostram que suas explicações precisam ser trabalhadas em sala de aula, dando a oportunidade aos alunos de formularem e reformularem suas ideias, tornando-os mais críticos e atentos no que se refere ao campo teórico.

4.1.3 - Correlacionando conceitos do experimento 1

A quarta questão proposta orientou os alunos a fazerem uma correlação dos experimentos com conceitos científicos da química. Sabe-se que o significado de correlacionar é estabelecer relações. Quando o aluno presencia um fenômeno tenta compreendê-lo primeiramente com conhecimento prévio, o qual é completado ou aprimorado posteriormente pelos conhecimentos teóricos. Consideramos que a operação epistêmica se completa quando nesta categoria os alunos conseguem vincular os conceitos adquiridos na escola com os fenômenos encontrados no dia a dia. Assim apresentamos uma relação de 10 conceitos dos quais seis são relacionados com o processo de mudança de estado físico da água. A questão proposta foi a seguinte:

Q4 - Marque na lista seguinte os temas que você compreende, que você já estudou ou que aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado:

( ) mudança de estado físico de substâncias
( )reação de neutralização
( ) pressão de vapor
( ) equilíbrio químico
( ) interações intermoleculares
( ) reação de síntese
( ) ligação de hidrogênio
( ) Temperatura de ebulição
( ) altitude
( ) mudança de camada eletrônica.

Os seis conceitos relacionados à mudança de estado físico da água são:

- ✓ mudança de estado físico de substâncias
- ✓ pressão de vapor
- ✓ interações intermoleculares
- ✓ ligação de hidrogênio
- ✓ temperatura de ebulição
- ✓ altitude

No quadro 6 são apresentadas as respostas dos alunos onde destacamos as alternativas marcadas incorretamente e aquelas não foram marcadas e que estavam corretas.

Quadro 6: Correlação de conteúdos feita pelos alunos para o experimento1

Q4- Marque na lista seguinte os temas que você compreende, que você já estudou ou que aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado:

Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água (x) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) altitude ( ) mudança de camada eletrônica
E2	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( ) altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização ( )pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização ( )pressão de vapor (x) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica
E3	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude (x) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude ( ) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude (x) mudança de camada eletrônica	(x) mudança de estado físico da água ( ) reação de neutralização (x) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico (x) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( )ligação de hidrogênio (x) temperatura de ebulição ( )altitude (x) mudança de camada eletrônica

Fonte: Dados das entrevistas desta pesquisa

Pela marcação dos alunos foi possível constatar que todos correlacionaram o fenômeno com as mudanças de estado físico da água e com as interações intermoleculares. Os alunos A2 e AG da E2 não correlacionaram o procedimento com pressão de vapor. Nenhum dos alunos correlacionou o procedimento com as ligações de hidrogênio e somente os AG da E1 associaram com o conceito de altitude.

Para os conceitos marcados indevidamente, na E1 o aluno A3 correlacionou o fenômeno com o conceito de reação de neutralização e na E3 os alunos A1, A3 e AG correlacionaram com o conceito de mudança de camada eletrônica. Consideramos que, de forma geral, a operação epistêmica caracterizada pela correlação de conceitos associados ao experimento foi contemplada, porém, alguns alunos possuem um referencial teórico limitado ou não fizeram uso dos conceitos apresentados nas aulas de química.

4.2 - O Experimento 2 -Zinco e Ácido Clorídrico

Esse fenômeno relaciona-se à reação química entre uma pequena lâmina de zinco (Zn) colocada em um tubo de ensaio contendo aproximadamente 5 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) de concentração de 0,5 mol.L^{-1}. Se observa uma reação química evidenciada pela liberação de um gás, no caso o hidrogênio (H_2). Forma-se também o sal cloreto de zinco ($ZnCl_2$), que por ser um solúvel não precipita e, portanto, não é visível. É um tipo de reação de oxirredução, onde há transferência de elétrons entre as substâncias.

Aqui também foi apresentada uma imagem que representava o conjunto experimental. A figura consiste em um tubo de ensaio com uma solução no seu interior sendo adicionada uma pequena lâmina de metal, no caso o zinco. Evidentemente a solução contida no tubo representa a solução de HCl e não é azulada conforme apresentada na figura. A cor azul foi utilizada simplesmente para dar um sentido de conteúdo e este detalhe foi devidamente explicado aos alunos. A figura representativa do experimento dois é apresentada na Figura 8.

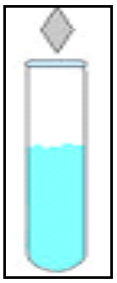


Figura 8: Experimento 2 - Colocando um pedaço de zinco no ácido

Fonte: http://clube-ciencia.blogspot.com.br/2011/09/reatividade-dos-metais.html - adaptação nossa

4.2.1 - Prevendo o experimento 2

Assim como no primeiro procedimento, duas questões foram formulados para que os alunos fizessem a previsão do fenômeno:

Q1- O que você espera que aconteça neste experimento?

Q2- O que aconteceria se no lugar do ácido, tivesse utilizado outra substância como o álcool, por exemplo?

As respostas dos alunos são apresentadas no quadro 7.

Quadro 7: Previsões feitas pelos alunos para o experimento 2

Q1- O que você espera que aconteça neste procedimento?				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	*Nada. O zinco permanecerá igual.*	*Acho que quebra as partículas do zinco.*	*O zinco vai se corroer quando se encontrar com o ácido, ele vai se esquentar e causar uma reação.*	*O ácido vai corroer o zinco.*
E2	*Espero que aconteça que o ácido mude de cloração, podendo até, quem sabe corroer o metal.*	*O pedaço de zinco se derreteria, pois o ácido irá reagir sobre ele e corroendo.*	*Imagino que a reação química que ocorrerá entre o zinco e o ácido fará com que o zinco oxide.*	*Quando o zinco entrar em contato com o ácido ele irá oxidar.*
E3	*Após colocar o metal no ácido altera-se sua cor mudando para metalizado e vai dissolver o metal não contendo nenhuma explosão.*	*Entrará em um processo de oxirreduçãoe haverá uma dissolução metálica.*	*Vai ter uma reação química entre o metal e o ácido.*	*Ele (o metal) vai derreter.*
Q2- O que aconteceria no lugar do ácido tivesse utilizado outra substância como o álcool, por exemplo?				
E1	*Não aconteceria nada pois o álcool é uma substancia orgânica.*	*Não aconteceria nada*	*Não iria acontecer nada quando entra em contato com zinco, a não ser fazer sua remoção de sujeira mais lentamente.*	*O álcool não limparia a sujeira do zinco. Por que ácido e mais forte.*
E2	*Não iria efervescer, porque o álcool não é um ácido.*	*O zinco não sofreria a ação do álcool, pois ele não é um ácido.*	*A reação seria diferente. Por que o álcool se comportaria de outra maneira já que seu nox tem um valor distinto do valor do ácido.*	*Não iria acontecer o borbulhamento. Não sei porque.*
E3	*Ocorreria a mesma coisa que ocorreu no ácido, o metal seria dissolvido.*	*O processo seria mais lento devido as propriedades das substâncias.*	*A reação seria lenta ou não aconteceria, pois o álcool não é um ácido.*	*Não iria acontecer nada por que a água ou álcool não é um ácido.*

Para a categoria de **previsão (Q1)**,os alunos utilizaram as palavras"reação química" e "corroer"**(**realçado em azul) para prever o fenômeno. O aluno A3 da E1 respondeu: "*O zinco vai corroer quando se encontrar com o ácido, ele vai se esquentar e causar uma reação química".* Porém, cinco das previsões foram consideradas inadequadas (marcadas de amarelo ocre), como a resposta do A1 da E1 que acha que nenhuma reação se processará: "*Nada. O zinco permanecerá igual*". Também os alunos AG da E3 fizeram a previsão que o zinco iria "derreter", lembrando que o termo *derreter* em química geralmente está relacionado à

mudança de estado físico e, portanto, à variação da temperatura, enquanto o termo *dissolver* está relacionado à mistura, o que por sua vez envolve solvente e soluto.

Os alunos A2, A3, AG E2 e A2 E3 demonstraram fazer movimentos na direção do aspecto teórico ao empregarem os termos "oxida, corroe ou oxirredução" em suas respostas, constatando que há evidências de que eles fizeram esse movimento de articulação com os conhecimentos teóricos. Isso corrobora que a categoria "previsão" pode levar os alunos a articularem o fenômeno com a teoria. Outra observação importante é que esses alunos pareceram conhecer essa reação de oxirredução ou então estar simplesmente se lembrando da mesma ao invés de prever o que irá ocorrer. De todo modo, previsão e memória têm relações.

Para a **Q2**, onde os alunos deveriam prever o que aconteceria se no lugar do ácido tivéssemos o álcool, alguns afirmaram que não iria acontecer nada (destacado em rosa claro), porém sem fazer referência à ausência de reação química entre os compostos (álcool e zinco). Os AG de todas as escolas afirmaram que o ácido é mais forte, porém sem apresentar fundamentação. Os alunos A1 da E3 não fizeram uma previsão adequada. Os alunos da E1 previram que nada aconteceria, pois as propriedades do álcool são diferentes das do ácido. O aluno A3 da escola 2 afirmou que a reação seria diferente. Apesar desse raciocínio não se verificar na prática, fez referência à diferença do número de oxidação das substâncias, aproximando-se do nível submicroscópico. Ele disse: "*A reação seria diferente. Por que o álcool se comportaria de outra maneira já que seu nox tem um valor distinto do valor do ácido".*

Nesta categoria de previsão para o procedimento 2 a operação epistêmica foi centrada em aspectos empíricos: *dissolver*, *mudar de cor*, *limpar*, dentre outros, sem uma referência à reação química em seu nível submicroscópico.

4.2.2 - Explicando o experimento 2

Assim como no primeiro procedimento, a seguinte questão foi apresentada:Explique com a maior riqueza de detalhes possível o que aconteceu no experimento. Na primeira coleta de dados (estudo piloto), os alunos se ativeram somente ao que lhes era visível, ou seja, permaneceram no nível macroscópico, conforme:

- *Com o zinco posto no ácido, começou a fazer bolas e a sair uma pequena fumaça e ainda esquentou o tubo de ensaio* (A2E1).
- *Foi visto que quando se coloca o zinco no ácido começa uma efervescência como se estivéssemos colocando sonrizal na água* (AG E1).

- *O zinco "tá" reagindo com o ácido começou a borbulhar bem pouco, depois aumentou e abaixou novamente* (A3 E2).
- *Ao colocar o pedaço de zinco no ácido, ele logo começou a reagir e começou a borbulhar liberando um gás da reação* (AG E2).
- *Quando houve o conto entre o zinco e o ácido, o zinco reagiu com o ácido liberando o hidrogênio* (A1E1).
- *Ocorreu uma reação entre o zinco e o ácido que teve um momento de pico na formação de um gás, mas depois diminui até parar. A quantidade de ácido utilizada não foi suficiente para diluir completamente o zinco* (AGE3).

Os alunos A1E1, A3E2, AGE2, e AGE3 empregarem o termo "reação", mas com pouca profundidade e com o sentido de mudança das substâncias. Isso significa que eles articularam o fenômeno com pouca profundidade em relação ao conhecimento teórico.

Na segunda coleta de dados a questão proposta foi a seguinte:

Q3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma das palavras apresentadas no quadro 8:

Quadro 8: Termos disponibilizadas para os alunos explicar o experimento 2

Cátion	camada eletrônica	cátions	camadas eletrônicas
Fenol	hidróxido	fenóis	hidróxidos
Isótopo	molécula	isótopos	moléculas
Neutralização	oxirredução	neutralizações	oxirreduções

Nesta relação de palavras, a palavra oxirredução é a que esperávamos ser utilizada pelos alunos na construção de suas explicações. O quadro 9 apresenta as respostas dos estudantes para o procedimento dois.

Nesta categoria de explicação observa-se que, como previsto, a maioria dos alunos escolheu o termo oxirredução para a construção de suas respostas. Uma resposta que consideramos correta na explicação deste fenômeno é a resposta do A3 da E2 que explica: "*Ao jogar a plaquinha de zinco no ácido observou-se uma reação de oxirredução, havendo mudança nas substâncias, sendo assim o zinco sofre oxidação e atua como agente redutor".* As outras respostas, apesar da utilização do termo "oxirredução" ou "oxida" não as utilizaram

para explicar o fenômeno do ponto de vista teórico, tendendo a permanecerem no nível do é visível, como a *efervescência* ou *fervura*, a *mudança de cor e a dissolução do metal*.

Quadro 9: Explicações dadas pelos alunos para o experimento 2

Q3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma das palavras apresentadas.				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	*Moléculas do zinco foram liberadas em contato com HCl, fazendo com que o ácido ganhe uma cor meio amarelada*	*As moléculasforam liberadas*	*O zinco colocado no ácido muriático foi limpando causando a oxirreduçãotirando sua camada enferrujada.*	*As moléculas de ácido começaram a se movimentar limpando toda sujeira do zinco.*
E2	*Dentro de um tubo de ensaio foi colocado o ácido clorídrico e uma barrinha de zinco, assim a substancia de oxirredução efervesceu.*	*O zinco entra em oxirredução com o ácido no qual acontece uma mudança de cor e a fervura.*	*Ao jogar a plaquinha de zinco no ácido observou-se uma reação de oxiredução, havendo mudança nas substâncias, sendo assim o zinco sofre oxidação e atua como agente redutor.*	*Ao colocar o zinco no ácido o zinco oxida com isso a ferfura* *OBS: os alunos marcaram a palavra oxi-redução mas não a utilizaram*
E3	*O ácido foi neutralizado pelo metal e ocorreu neutralização desses dois elementos.*	*O experimento trata-se de um processo de oxirreduçãode um metal no ácido.*	*O ácido neutraliza ao colocar o metal, há dissolução da substancia metálica e oxirredução*	*As moléculas do ácido faz com que ocorra um oxirredução do metal.*

Na E1, a palavra “moléculas” foi apresentada em três das quatro respostas, possivelmente significando partículas elementares das substâncias presentes sendo liberadas ou apresentando movimento. Poucas explicações foram dadas para aquilo que citaram como mais evidente: mudança de cor, limpeza da ferrugem ou da sujeira do metal. Nos pareceu ter havido um movimento de interpretação na direção do campo teórico, onde começaram a pensar a nível molecular ou submicroscópico, porém como se o nível macroscópico lhes trouxesse de volta ao real. O A1 da E3 usou o termo neutralização em sua resposta, mas não a formalizou no sentido de relacionar-se a uma suposta neutralização ácido-base.

De forma geral, ao explicar o fenômeno, os alunos foram orientados por termos que perfazem saberes da química escolar e procuraram também imprimir situações de seu cotidiano, que estão acostumados a observar ou que já ouviram falar ao fenômeno observado, pouco relacionando com o que é invisível e nem sempre coincidindo com os conhecimentos científicos.Sendo assim, a operação epistêmica caracterizada pela categoria explicação para o

experimento 02 se deu, novamente, de forma pouco reflexiva e fundamentada. Houve movimentos na direção do campo teórico, mas de modo incompleto. O aluno A3E2 fez isso, provando o que disse. Aqueles que não fizeram as relações pertinentes apresentaram movimentos de articulação com o nível submicroscópico ao falar de moléculas sendo liberadas ou se movimentando, operando em um nível que vai um pouco além do macroscópico. Estariam numa escala mais próxima do nível teórico, mas não exatamente no vértice.

4.2.3 - Correlacionandoos conceitos do experimento 2

Considerando a relação entre o empírico e teórico, foi solicitado que os alunos relacionassem o procedimento com os conceitos da química. Assim, como no primeiro experimento, os alunos deveriam marcar os termos correlacionados ao procedimento em uma lista de dez palavras onde seis deveriam ser consideradas. Os termos relacionados para este experimento foram:

- mudança de estado físico da água
- reações químicas
- equação química
- estequiometria
- reação de oxirredução
- dissolução de substância metálica
- ácidos e alcoóis
- propriedade dos metais
- reação orgânica
- síntese orgânica

Desta relação, consideramos que estão correlacionados ao procedimento os conceitos de:

- ✓ reações químicas
- ✓ equação química
- ✓ estequiometria
- ✓ reação de oxirredução
- ✓ dissolução de substancia metálica
- ✓ propriedade dos metais

O quadro 10 mostra a correlação de conceitos feitos pelo grupo de alunos das 3 escolas sendo as questões marcadas de cinza as questões marcadas indevidamente ou que sendo corretas não foram marcadas. Na correlação de conceitos feita por este grupo de alunos, os conceitos de reação química e dissolução metálica foram correlacionados por todos os alunos para o procedimento 2. O conceito de equação química foi correlacionado somente pelo A3 da E3. O conceito de estequiometria não foi correlacionado pelos alunos A2, A3 e AG da E1 e também pelos alunos da E3, porém sendo correlacionado por todos os alunos da E2. O conceito de oxirredução não foi correlacionado pelos alunos A1, A2 e AG da E1, sendo que estes alunos também não utilizaram destes termos em suas explicações sobre o procedimento. O conceito de propriedades dos metais não foi correlacionado pelos AG da E1 e também por todos os estudantes da E2. O conceito de ácidos e álcoois, que não está correlacionado com este procedimento, foi marcado pelos alunos A1 da E2 e pelos alunos A1 e AG da escola 3. Concluímos que a operação epistêmica caracterizada pela categoria correlação de conceitos foi realizada parcialmente pelos alunos sujeitos da pesquisa.

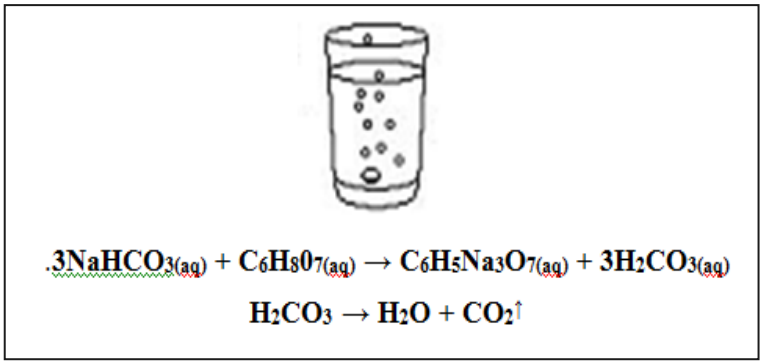
Quadro 10: Correlação de conceitos feita pelos alunos para o experimento 2

Q4- Marque na lista seguinte os temas que você compreende que você já estudou ou que aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado:				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( )equação química (x) estequiometria ( )reação deoxirredução (x) dissolução de substância metálica (x) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( )equação química ( ) estequiometria ( )reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( )equação química ( ) estequiometria (x) reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	(x) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( )equação química ( )estequiometria ( )reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis ( )propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica
E2	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( ) equação química (x) estequiometria (x) reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica (x) ácidos e alcoóis ( ) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( ) equação química (x) estequiometria (x) reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( ) equação química (x) estequiometria (x) reação de oxirredução ( ) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis ( ) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas (x) equação química (x) estequiometria (x) reação de oxirredução ( ) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis ( ) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica
E3	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( ) equação química ( )estequiometria (x) reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica (x) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	(x) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( )equação química ( ) estequiometria (x) reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas (x) equação química ( ) estequiometria (x) reação de oxirredução (x)dissolução de substância metálica ( ) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica	( ) mudança de estado físico da água (x) reações químicas ( )equação química ( ) estequiometria (x) reação de oxirredução (x) dissolução de substância metálica (x) ácidos e alcoóis (x) propriedade dos metais ( ) reação orgânica ( ) síntese orgânica

Fonte: Dados das entrevistas desta pesquisa

4.3 - O experimento 3 – Comprimido efervescente em água em diferentes temperaturas

Este experimento consistiu na adição de um comprimido efervescente em dois tubos contendo água em diferentes temperaturas. O primeiro tubo se encontrava em uma temperatura ambiente e no segundo a água foi aquecida sob a chama de uma lamparina até ficar bem quente. Como nos outros experimentos, os alunos deveriam prever o que aconteceria antes de realizar o procedimento e após a observação do fenômeno responder ao questionário. Neste procedimento, é clara a diferença na velocidade da reação química evidenciada pela produção de gás carbônico. Um detalhe importante é que neste procedimento apresentamos as equações químicas envolvidas na reação, porém sem comentar com os alunos. A reação se processa em duas etapas, sendo a primeira caracterizada pela formação do ácido carbônico, que depois se dissocia em água e gás carbônico. A figura representativa do Experimento 3 e sua reação química é apresentada a seguir.



$$3NaHCO_{3(aq)} + C_6H_8O_{7(aq)} \rightarrow C_6H_5Na_3O_{7(aq)} + 3H_2CO_{3(aq)}$$

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2\uparrow$$

Figura 9: Representação e equação do experimento 3

Fonte: Portal de Estudos em Química (PEQ) – Exercício 43- www.profpc.com.br – (adaptação nossa)

4.3.1 - Prevendo o experimento 3

Como nos outros experimentos, os alunos responderam às seguintes questões:

Q1- O que você espera que aconteça neste experimento?

Q2- O que aconteceria se colocássemos o comprimido efervescente em água bem gelada?

O quadro a seguir apresenta as previsões feitas pelos alunos

Quadro 11: Previsão dos alunos para o experimento 3

Q1- O que você espera que aconteça neste procedimento?				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	*Na água quente por causa da temperatura deverá " espumar" mais rapidamente (água fria não espumaria tão rapidamente.*	*Na água quente o comprimido não vai dissolver muito e na água fria ele dissolve mais.*	*Na água quente o comprimido vai se dissolver mais rápido e na água fria vai ser mais lento.*	*O processo ocorrerá mais rápido na água quente e libera ácido e bicarbonato.*
E2	*Ambas vão ferver igualmente o comprimido.*	*Na água fria acredito que vai efervescer. Na água quente vai somente diluir.*	*O tubo com a água quente vai ferver mais rápido do que o tubo de água fria.*	*A água quente vai derreter o comprimido. Água fria irá dissolver.*
E3	*Na água quente, após o comprimido ser jogado a água irá transbordar e na água à temperatura ambiente haverá apenas vaporização e ferverá*	*Na água quente a reação será mais rápida.*	*Na água quente o comprimido vai dissolver mais rápido e na água fria vai demorar um pouco mais.*	*O comprimido na água fria vai efervescer. Já na água quente, não vai efervescer, vai derreter.*
Q2 - O que aconteceria se colocássemos um comprimido efervescente em água bem gelada?				
E1	*Não aconteceria tão rapidamente porque a temperatura influencia na reação química.*	*O comprimido demoraria mais para se dissolver.*	*O comprimido ia demorar muito mais tempo para dissolver por causa da baixa temperatura.*	*Um comprimido efervescente colocado na água gelada? Iria demorar mais ainda para dissolver.*
E2	*A água estando em uma temperatura bem mais baixa iria ser mais difícil ocorrer a reação.*	*Acredito que em uma temperatura menor a duração da reação seria muito maior.*	*O comprimido iria reagir por mais tempo pois a água esta mais gelada.*	*Iria demorar a dissolver por muito mais tempo.*
E3	*Ela ferveria por muito mais tempo. /A reação se prolongaria por mais tempo*	*O processo certamente seria mais lento, pois a temperatura é algo determinante nesta reação entre o comprimido efervescente e a água.*	*Demoraria mais tempo para se dissolver por causa da temperatura baixa.*	*Efervesceria mais lento, por que a água estaria mais fria.*

Na previsão feita pelos alunos, observamos que seis respostas apresentaram a previsão esperada relativa ao aumento da velocidade da reação ocasionado pelo aumento da temperatura (marcadas de amarelo), porém, nem todas as respostas falaram de reação, mas de dissolução de substâncias. As outras respostas não fizeram uma previsão da influência da temperatura no fenômeno (marcadas de azul).

Na Q1, foi possível observar o uso de termos referentes à mudança de estado físico como "ferver", "vaporização" e de palavras relacionadas a expressões cotidianas como "derreter", "dissolver", "efervescer" e "espumar". Já na Q2, os alunos fizeram previsões

coerentes mesmo utilizando o senso comum. Dentre os estudantes, o A1 da E1 construiu sua previsão com termos referentes à cinética das reações ao afirmar que "*Não aconteceria tão rapidamente porque a temperatura influencia na velocidade da reação química".*

Nas previsões dos alunos, verificamos a ausência de ideias abstratas relacionadas ao procedimento, tais como a agitação térmica das partículas envolvidas e da molécula de água, a colisão das moléculas de forma efetiva, complexo ativado entre outros. Os alunos A1E1, A1, A2,A3E2 e A1,A2E3 citaram o termo "reação" em suas respostas prevendo a transformação que aconteceria entre as substâncias envolvidas, sendo este um movimento importante para o nível teórico.

Mais uma vez, verificamos o encaminhamento pelos alunos de raciocínios predominantemente no nível do que é visível com pouca preocupação com o que acontece a nível submicroscópico, apesar deste aspecto não ser solicitado aos alunos. Isto confirmou as proposições de Giordan (1999) ao afirmar ser difícil confrontar o aluno com o nível molecular onde a ciência opera com modelos radicalmente abstratos. No entanto, a operação epistêmica caracterizada pela categoria previsão foi contemplada parcialmente por este grupo de alunos.

4.3.2 – Explicando o experimento 3

Também no experimento 3, na primeira coleta de dados realizada em 2013, as respostas dos alunos para esta categoria não apresentaram uma perfeita articulação com o nível submicroscópico, estando suas explicações no nível empírico ou macroscópico. Os enunciados dos alunos são apresentados abaixo:

- "*Devido a água estar mais quente acelerou o processo de reação"* (A1E1)

- *"Na água fria foi colocado um sonrrisal e o tempo de fervescência foi maior que na água quente"* (A3E1)

- *"Quando pois na água quente o sonrrisal foi diluído mais rápido"* (A2 E2)

- "*Na água quente o comprimido se dissolveu muito mais rápido que na água fria."* (A3E2)

- *"Quando os dois comprimidos efervescentes foram colocados na água, o que foi para a água quente dissolveu mais rápido, borbulhou mais e na água na temperatura ambiente demorou mais e não borbulhou igualmente".* (AGE3)

- “*Quando foi colocado na água quente dissolveu mais rápido, borbulhou mais e acabou mais rápido”.* (A3.E3)

Tal como nos experimentos anteriores, a coleta de dados passou a ser realizada com base na apresentação de palavras do campo teórico para seleção e inclusão nas respostas dos alunos. Essas palavras ou termos são apresentados no quadro 12 a seguir:

Quadro 12: Termos disponibilizadas para os alunos explicarem o experimento 3

Átomo	cetona	átomos	cetonas
Elétrons	hidróxido	elétrons	hidróxidos
Molécula	monóxido	moléculas	monóxidos
propriedade coligativa	reação química	propriedades coligativas	reações químicas

O quadro 13 mostra as explicações dadas pelo grupo de alunos para o terceiro fenômeno. Na categoria previsão, cinco das 12 respostas empregaram a palavra “moléculas”e outras cinco“reação química”. O A3 da E2 fez referência a ambas: “*As moléculas liberadas pelo comprimido efervescente reagem mais rápido que agia quente”*. Os alunos A2 e A3 da E1 e A3 da E2 utilizaram o termo “dissolver” em suas explicações sem refletir sobre a reação que se processa ao dissolver o comprimido efervescente. As explicações dos alunos A2 da E2 e A3 da E3 refletiram uma visão submicroscópicaao reconhecer que o aumento da temperatura está relacionado à agitação das moléculas e suas ligações. Demonstraram compreender que de alguma forma a temperatura influencianas ligações e na agitação das moléculas devido à energia cinética; consequentemente, a reação se processará mais rapidamente. Vale lembrar que equação que representa o processo, nível representacional, terceiro vértice do tripé dos aspectos do conhecimento químico, parece ter influenciado algumas respostas, como as do A2 e A3 da E1.

Quadro 13: Explicações dadas pelos alunos para o experimento 3

Q3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma das palavras apresentadas.				
Escolas	A1	A2	A3	AG
E1	*As moléculas da água se vão se misturar com as do comprimido e isso faz uma efervescência.*	*Aconteceu uma reação química entre a água que dissolveu um bicarbonato e ácido cítrico.*	*Ocorrerá uma reação química onde o comprimido dissolveu-se na água e formando uma reação entre o bicarbonato e o ácido cítrico.*	*As moléculas do comprimido vão expandir quando entram em conto com a água.*
E2	*Houve uma reação química onde moléculas do comprimido efervesceram ao se encontrar com as moléculas da água e ocorreu a liberação do gás carbônico.*	*Na água quente as moléculas da água se agitaram mais fazendo a reação química ser mais rápida.*	*As moléculas liberadas pelo comprimido efervescente reagem mais rápido na agua quente.*	*Na água fervendo as moléculas dissolveram rapidamente o comprimido.*
E3	*As moléculas de água transformadas após ferver, ocorre reações químicas após o aquecimento.*	*A reação química da efervescência mostra em ambos os casos as propriedades coligativa.*	*Acontece uma reação química quando o comprimido entra em contato com a água quente ou fria mudando as ligações entre as moléculas.*	*Quando o comprimido entra em contato com as moléculas de água, causa uma reação química fazendo efervescer.*

4.3.3 - Correlacionando os conceitos do experimento 3

Assim como nos outros experimentos, a compreensão de que o conhecimento empírico deva estar relacionado com o teórico e que esta teoria previamente estudada é decorrente especialmente de aulas teóricas, foi solicitado que relacionassem o procedimento com termos que fazem parte do conhecimento químico. Também como nos outros experimentos os alunos

deveriam marcar as palavras associadas ao fenômeno em uma lista de dez termos, onde seis estão relacionados:

- reações químicas	- cinética Química
- estequiometria	- mudança de estado físico
- reação de oxirredução	- gases
- solubilidade	- ligação metálica
- equação química	- propriedades coligativas

Os termos relacionados são os seguintes:

- ✓ reações químicas
- ✓ cinética Química
- ✓ estequiometria
- ✓ gases
- ✓ solubilidade
- ✓ equação química

O quadro na página seguinte mostra as correlações do grupo de alunos para este procedimento. Na correlação de conceitos feita pelos alunos (**Q4)**,observamos que todos correlacionaram o procedimento empírico aos conceitos de reação química e gases. Isto reforça suas tendências em priorizar os aspectos macroscópicos e não fazer a relação empiria e teoria. O principal conceito relacionado a este procedimento, o de cinética química, foi marcado por todos os alunos das E1 e E3, entretanto na E2 somente os alunos AG marcaram o mesmo. O conceito de estequiometria e de solubilidade também não foi muito marcado pelos alunos e, em todas as escolas, houve mais de um aluno que não marcou estes conceitos. O conceito de equações químicas foi marcado por todos os alunos da E3 e pelos AG da E2, mas não foram marcados pelos outros alunos.

É importante lembrar que a equação química associada à efervescência foi apresentada aos alunos, mas nenhum manifestou ter lido ou compreendido esta equação. Entretanto, o fato de os alunos não a mencionarem anteriormente, mas terem assinalado sua alternativa foi considerado como positivo. Também é importante destacar que os alunos A2 e A3 da E1, A1, A2 e A3 da E2 e A2, A3 e AG da E3 relacionaram o procedimento com mudança de estado físico. Esta correlação provavelmente está associada ao aspecto macroscópico do fenômeno que é a liberação do gás carbônico. Consideramos que a operação epistêmica de correlação dos conceitos foi parcialmente realizada e retratou de certa forma que alguns alunos não relacionaram o fenômeno a alguns dos conceitos pertinentes.

Quadro 14: Correlação de conceitos feito para o experimento 3

Q4- Marque na lista seguinte os temas que você compreende que você já estudou ou que aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado.				
ESCOLAS	**ALUNOS**			
	A1	**A2**	**A3**	**AG**
E1	(x) reações químicas (x) cinética química ( )estequiometria ( ) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases ( )solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química ( )estequiometria ( )mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases ( )solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química (x) estequiometria (x) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases ( )solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química (x) estequiometria ( ) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases (x) solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas
E2	(x) reações químicas ( )cinética química (x) estequiometria (x) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases ( )solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas ( )cinética química ( )estequiometria ( )mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases ( )solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas ( )cinética química ( )estequiometria (x) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases ( )solubilidade ( ) ligação metálica ( )equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química (x) estequiometria ( ) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases (x) solubilidade ( ) ligação metálica (x) equações químicas ( ) propriedades coligativas
E3	(x) reações químicas (x) cinética química ( )estequiometria ( ) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases (x) solubilidade ( )ligação metálica (x) equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química (x) estequiometria (x) mudança de estado físico ( )reação de oxirredução (x) gases (x) solubilidade ( ) ligação metálica (x) equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química ( )estequiometria (x) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução (x) gases (x) solubilidade ( ) ligação metálica (x) equações químicas ( ) propriedades coligativas	(x) reações químicas (x) cinética química ( )estequiometria (x) mudança de estado físico ( ) reação de oxirredução ( )gases (x) solubilidade ( ) ligação metálica (x) equações químicas ( ) propriedades coligativas

Fonte: Dados das entrevistas desta pesquisa

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

> *Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes.* (FREIRE, 1999)

Desde a antiguidade os homens procuram conhecer o mundo que os rodeia utilizando os recursos que a natureza oferece, extraindo e fabricando outros materiais com o objetivo de melhorar as suas condições de vida. A química surge há cerca de 200 anos e atualmente é de grande importância para a sociedade. Daí a necessidade de estar sempre procurando compreender o ensino dentro da concepção baseada nas relações entre teoria, fenômeno e linguagem, em particular considerando os dois primeiros aspectos discutidos nesta pesquisa. Os conhecimentos químicos trabalhados nas escolas devem proporcionar momentos de discussões sobre aspectos macro e submicroscópicos da matéria, fazendo as relações entre o empírico (fenômeno) e o teórico e suas implicações na leitura dos fenômenos cotidianos. Isso certamente possibilita ao aluno ver o mundo com os olhos da química e refletir criticamente sobre sua importância na sociedade e nas modificações do mundo material e ambiental.Concluindo esse estudo retomamos às perguntas da pesquisa para tecer nossas considerações sobre cada uma delas.

- Primeira pergunta: Os alunos articulam o aspecto o teórico espontaneamente frente a um fenômeno?

Quando os alunos realizam procedimentos experimentais e observam determinados fenômenos geralmente esperamos que eles, ancorados em seus conhecimentos prévios, das aulas de química ou do senso comum, prevejam, expliquem e correlacionem os conteúdos teóricos fazendo generalizações e confrontando seus conhecimentos. A ação de prever, explicar e correlacionar conceitos utilizando o conhecimento teórico é o que chamamos de relação empírico-teórico, ou seja, a relação entre o fazer e o pensar.

Na categoria previsão, verificamos que nem todos os alunos sujeitos desta pesquisa articularam o conhecimento teórico para fundamentar previsões em seus enunciados. As previsões da maioria permaneceram vinculadas ao campo macroscópico, dos fenômenos cotidianos, restringindo-se às descrições oriundas do senso comum ou de seus conhecimentos prévios. Lembrando que os alunos não pensam como os cientistas e os cientistas constroem suas previsões ancoradas nos conhecimentos teóricos.

Para a categoria explicação, o mesmo pode ser dito: os alunos se ativeram ao que lhes é percebido de imediato ou visível, fizeram descrições e não recorreram aos conhecimentos teóricos na elaboração de suas explicações. No entanto, quando elementos do campo teórico lhes foram apresentados, a maioria dos alunos fizeram movimentos na direção do nível submicroscópico.

Na correlação de conceitos os alunos associaram termos conceituais com os fenômenos apresentados, mas com alguns problemas: as associações foram estabelecidas parcialmente ou não foram totalmente contempladas ou realizadas. Observou-se que os alunos sabem que existem termos ou conceitos associados aos fenômenos, mas não sabem quais exatamente. Possivelmente isto é causado pela dificuldade de memorização, lembrando que essa tarefa é mais comum ao professor.

- **Segunda pergunta:**O que ocorre quando elementos do campo teórico são sugeridos para a construção de suas interpretações?

Os elementos do campo teórico nesta pesquisa são grupos de palavras apresentados na categoria explicação, que os alunos provavelmente tiveram acesso em sala de aula. Elas foram oferecidas para que os alunos as escolhessem e incorporassem em suas respostas. Com a inserção desses elementos, foi na explicação que a relação empírico teórico nos pareceu ter sido promovida ou articulada. As palavras fornecidas agiram como subsunçores do conhecimento teórico, levando-os a pensar no nível submicroscópico.

- Terceira pergunta: Que atitudes o professor pode tomar para auxiliar a articulação com o aspecto teórico nas aulas experimentais de química?

Em sala de aula, sugerimos que o professor procure dialogar e buscar argumentações lógicas para não parecer que o conhecimento químico já está pronto e não pode ser mudado, pois o estudante sendo um ser racional quer ler um material racional; aprendendo primeiro as ideias mais gerais e inclusivas e posteriormente diferenciando-as com detalhes e especificidades. Outra proposta para execução de atividades empíricas nas aulas de química seria a escolha de experimentos simples, como os que utilizamos nesta pesquisa. Esses fenômenos são de fácil realização e não demandam etapas longas e tediosas. Também sugerimos evitar o uso de equipamentos complexos, cuja montagem consome a maior parte do tempo destinado às aulas.

Durante o período em que trabalhamos nesta pesquisa desejávamos, a todo o momento, que ela refletisse a aprendizagem dos conhecimentos da química por parte dos

alunos participantes. No entanto, observamos que há muito que se fazer no sentido de que os alunos possam estabelecer as articulações que mencionamos nesta pesquisa, fazer leituras dos fenômenos do mundo possibilitadas pelo conhecimento químico e assim integrar-se à realidade física de forma mais ativa e consciente.

Indo além dos questionamentos, essa pesquisa mostrou que o ensino de química, dentro dos moldes atuais, ainda está longe do que se deseja ao pensar em como os alunos constroem e utilizam dos conhecimentos teóricos realizando as operações epistêmicas de previsão, explicação e correlação de conceitos. Nesse estudo, constatamos a necessidade de realizar nas experimentações momentos de discussões dos três níveis do conhecimento químico, relacionando-os entre si; em especial os níveis macro e submicroscópicos correspondentes aos fenômenos e teorias.

Verificou-se que os alunos investigados pouco articularam os aspectos fenomenológicos com a teoria, fazendo a relação empírico teórico de forma pouco reflexiva e utilizando mais dos aspectos macroscópicos em suas observações. Também houve busca de fenômenos/informações do dia a dia para articular relações com os aspectos fenomenológicos apresentados. Os alunos investigados realizaram as operações epistêmicas caracterizadas nas três categorias de forma pouco reflexiva.

Finalmente, consideramos que para a experimentação ser significativa no processo de aprendizagem em química, é preciso ter ação e reflexão. Ação no sentido de fazer ou realizar e reflexão no sentido de promover articulações com o nível submicroscópico. Isto requer que o professor promova momentos para que esta articulação se efetive, podendo fazê-lo através de uma lista de palavras e termos ou utilizando textos e vídeos, por exemplo. Acreditamos que um acompanhamento com a devida explicitação das operações epistêmicas – no caso deste trabalho:a previsão, a explicação e a correlação de conceitos, pode funcionar como importante meio para que a relação empírico/teórico se articule.Desse modo, entendemos que a relação entre fenômenos e teorias seja trabalhada no ensino de química para que o processo de ensino e aprendizagem seja efetivo.Aos alunos não basta que apenas realizem experimentos, é necessário integrar a prática com a teoria, fazer com que relacionem os níveis macroscópico e submiscroscópico.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÚRIZ-BRAVO, A. **Elementos de Teoría y de Campo para La Construcción de um Análisis Epistemológico de La Didáctica de Lãs Ciências**, 1999**.** Dissertação (Mestrado). Universitat Autònoma de Barcelona, 1999.

ADÚRIZ-BRAVO, A. Y.; GALAGOVSKY, L. **Modelos Científicos y Modelos Didácticos em La Enseñanza de Las Ciências Naturales.** Parte 1: Consideraciones Teóricas. Mar del Plata: Memorias de la X REF/Argentina, 1997.

AMARAL, L.O.F.; SILVA, A.C. Trabalho Prático: Concepções de Professores sobre asAulas Experimentais nas Disciplinas de Química Geral. **Cadernos de Avaliação**, v.1, n.3, p. 130-140, 2000.

BARBERÁ, O.;VALDÉS, P. Investigación y Experiencias Didácticas: El Trabajo Práctico em La Enseñanza de lãs Ciencias: Una Revisión. **Enseñanza de lãs Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio**. Brasilia, 1999.

CARGNIN, C; VEIGA, M.S.M.; QUENEHENN, A. O ENSINO DE QUÍMICA: algumas reflexões. In: I JORNADA DIDÁTICA – O ENSINO COMO FOCO – **I FÓRUM DE PROFESSORES DE DIDÁTICA DO ESTADO DO PARANÁ**, Londrina, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA.pdf> Último acesso: 18 de dezembro de 2015.

CHANDRASEGARAM, A. L.; TREAGUST, D.; MOCERINO, M. The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students'ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 3, p. 293-307. 2007.

CHITTLEBOROUGH, G.;TREAGUST, D. F.The modeling ability of non-major chemistry students and their understanding of the submicroscopic level. **Chemistry Education Research and Practice**, v.8, p.274–292, 2007.

DAMASCENO, H.C.; BRITO, M.S.; WARTHA, E.J. As representações mentais e a simbologia química. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Química, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0623-1.pdf>. Último acesso: 25 de Julho, 2015.

DAMM, R. F.Registro de Representação. In: Machado, S. D. A**. Educação. Matemática: uma introdução**. São Paulo: Educ, 1999,p. 135-153.

DECI, E. L., & RYAN, R. M. Intrinsic Versus Extrinsic Goal Contents in Self-Determination Theory: Another Look at the Quality of Academic Motivation. **Educational Psychologist**, v. 41, n. 1, p.19-3, 2006.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação**. Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DURVAL, R. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: Alcântara Machado, Silvia D. (Ed.) **Aprendizagem Matemática: Representação Semiótica**. 4. ed. São Paulo:Papirus, 2009,p.11-34.

EYSENCK, M.; KEANE, M. **Congnitive Psychology a student's handbook**. 4. ed. Hove: Lawrence Erlbaum Associates Ltda Publishers, 1990, 557p.

FARACO, C. A. **Linguagem e diálogo, as idéias lingüísticas do círculo de Bakhtin**. Curitiba: Ed. Criar, 2003, 168p.

FONSECA, M.R.M. **Completamente química: química geral**. São Paulo: FTD, 2001, 624p.

FRANCISCO JR., W. E., FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos Para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, v. 30, p. 34-41, 2008.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981, 96p.

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**.Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

_____. **Cartas a Guiné-Bissau: registros de uma experiência**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977, 173p.

_____. **Educação como prática da liberdade**. 29. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra; 1999, 123p.

_____.**Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

_____.**Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à pratica educativa**. *33ª* ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006

FREIRE, P; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

GALIAZZI, M. C., GONÇALVES, F. P. A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química**. Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHIMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GATTI, B.A. **A construção da Pesquisa em Educação no Brasil**. Brasília: Plano Editora, 2002.

GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As Origens do Saber: das Concepções dos Aprendentes aos Conceitos Científicos.** Trad. Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

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

GONÇALVES, F.P. e MARQUES, C.A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigação no Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p. 219-238, 2006.

HODSON, D. Haciaun enfoque más crítico del trabajo de laboratório. **Enseñanza de lãs Ciencias**, v.12, n.3, p.299-313. 1994.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Micro-chemistry. **The School ScienceReview**, v. 65, n.227, p.377-379,1982.

_____ The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand. **Journal of Chemical Education,** n. 70, p.701-704, 1993.

_____ Teaching of Chemistry: Logical or Psicological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe,** v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

_____ Chemical Education Research in Glasgow in Perspective**. Chemistry Education Research and Practice**, 2006, v. **7**, n. 2, p. 49-63, 2006.

KERMEN, I.; MÉHEUT, M. Different Models Used to Interpret Chemical Changes: Analysis of a Curriculum and its Impact on French Students' Reasoning. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, p. 24-34, 2009.

KRIPPENDORFF, K. **Metodologia de Análisis de Contenido: Teoria e Práctica**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1990.

LIMA, V.; MARCONDES, M. E. Atividades Experimentais no Ensino de Química: reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. In: ENSENAÑZA DE LAS CIENCIAS**. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Número Extra, 2005. In: VII CONGRESO DE LA ENSENAÑZA DE LAS CIENCIAS, Barcelona, 2005.

Disponível em:
<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp291atiexp.pdf>.
Último acesso: 25 de julho, 2015.

MAAR, J. H. **Pequena História da Química**. Florianópolis:Papa-livros, 1999.

MACHADO A. H.; ROMANELLI L.I.; DAVID, M. A.; LIMAM.E.C.C.; SILVA, P.S. Conteúdos Básicos Comuns de Química: uma proposta para o estado de Minas Gerais. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Química, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0735-2.pdf>. Último acesso: 25 de Abril, 2016.

MINAYO, M.C.S. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Sala de Aula**. São Paulo: Hucitec, 2007.

MORAES, R. Análise de conteúdo. In: **Revista Educação.** Editora Segmento Editores Ltda: Pinheiros (SP), v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORTIMER, E. F. Sobre Chamas e Cristais: a Linguagem Cotidiana, a Linguagem Científica e o Ensino de Ciências. In: CHASSOT, A. I.; OLIVEIRA, R.J. (Orgs.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: UNISINOS, 1988, p. 99 – 118.

MORTIMER, E.F., MACHADO. A.H., ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de Química para o Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

MORTIMER, E., SCOTT, P H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**,v.7, n. 3, p. 283-306, 2002.
Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf>. Último acesso: 25 de Julho, 2015.

MORTIMER, E.F. e SCOTT, P.H. **Meaning Making In Science Classrooms.** Buckingham: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T; BUTY, C.; TIBERGHIEN, A.Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de Ciência no Brasil: alguns recortes.** São Paulo: Escrituras, 2007.

MORTIMER, E. F.; SILVA, A.C.T. Aspectos epistêmicos das estratégias enunciativas em uma sala de aula de Química. **Química Nova na Escola**, n.2, p.104-112, 2009.

MORTIMER, E. F.; ARAUJO, A,O. As Práticas Epistêmicas e suas Relações com os Tipos de Textos que Circulam em Aulas práticas de Química. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2009. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC-Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1009.pdf>. Último acesso: 20 de Julho, 2015.

MOSCOVICI, S.**A Representação Social da Psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

NOVA ESCOLA.David **Ausubel e a Aprendizagem Significativa.** Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/david-ausubel-aprendizagem-significativa-662262.shtml>. Último acesso: 11 de abril, 2015.

NOVO PLANO CURRICULAR ENSINO MÉDIO. Secretária de Estado de Educação de Minas Gerais. Belo Horizonte: SEE/MG, 2006.

OLABUENAGA, J.I. R.; ISPIZUA, M.A. **La Descodificacion de La Vida Cotidiana: Metodos de Investigacion Cualitativa**. Bilbao: Universidad Deusto, 1989.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n.1, p.139-153, 2010.

PAULA, H. F.; ALVES, E. G. **Uma sequência de ensino sobre dispositivos semicondutores de nosso dia a dia**. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0397-1.pdf>. Último acesso: Abril, 24, 2015.

RAPPOPORT, L. T. ASHKENAZI, G. Connecting Levels of Representation: emergent versus submergent perspective. **InternationalJournalof Science Education**, v. 30, n. 12, p. 1585-1603, 2008.

ROSA, M.I.F.P.S.; SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p.31-35,1998.

ROQUE, N.F.; SILVA, J.L.P.B. A Linguagem Química e o Ensino da Química Orgânica. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SCHNETZLER, R.P; ARAGÃO, R.M.R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.182 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. **Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação, 1998, 33 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. **Proposta Curricular - Química - Ensino Médio - CBC**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação, 2007, 72 p.

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

SILVA, R. R.; MACHADO, L. P. F.; TUNES, E.Experimentar sem medo de errar.In: SANTOS, W.L.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010,p.231-261.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-153, 2010.

SILVA, T. T **Identidade e Diferença**. Petrópolis: Vozes, 2005.

STUART, R.C.**Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio em atividades experimentais investigativas.** 2008. 185p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Inter Unidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo,2008.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triplet. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

TOMELIN, H; FILHO, J. G.; **Educação: Gestão do Conhecimento e da Aprendizagem**. Belo Horizonte: Uma, 2001, 248p.

TREAGUST, D.F.;CHITTLEBOROUGH, G. Chemistry: A matter of understanding representations. In: BROPHY, J. (Ed.).**Subjet-specific instrumental methods and activities (Advances in Research on teaching, Volume 8)**. New York: Emerald Group Publishing Limited, 2001, p.239-267.

TUNES,E.; SILVA,R.R.;MACHADO, P.F.L. Experimentar Sem Medo de Errar.In: SANTOS, W. L. P.S.; MALDANER,O. A.(Orgs.).**Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010,p. 231-261.

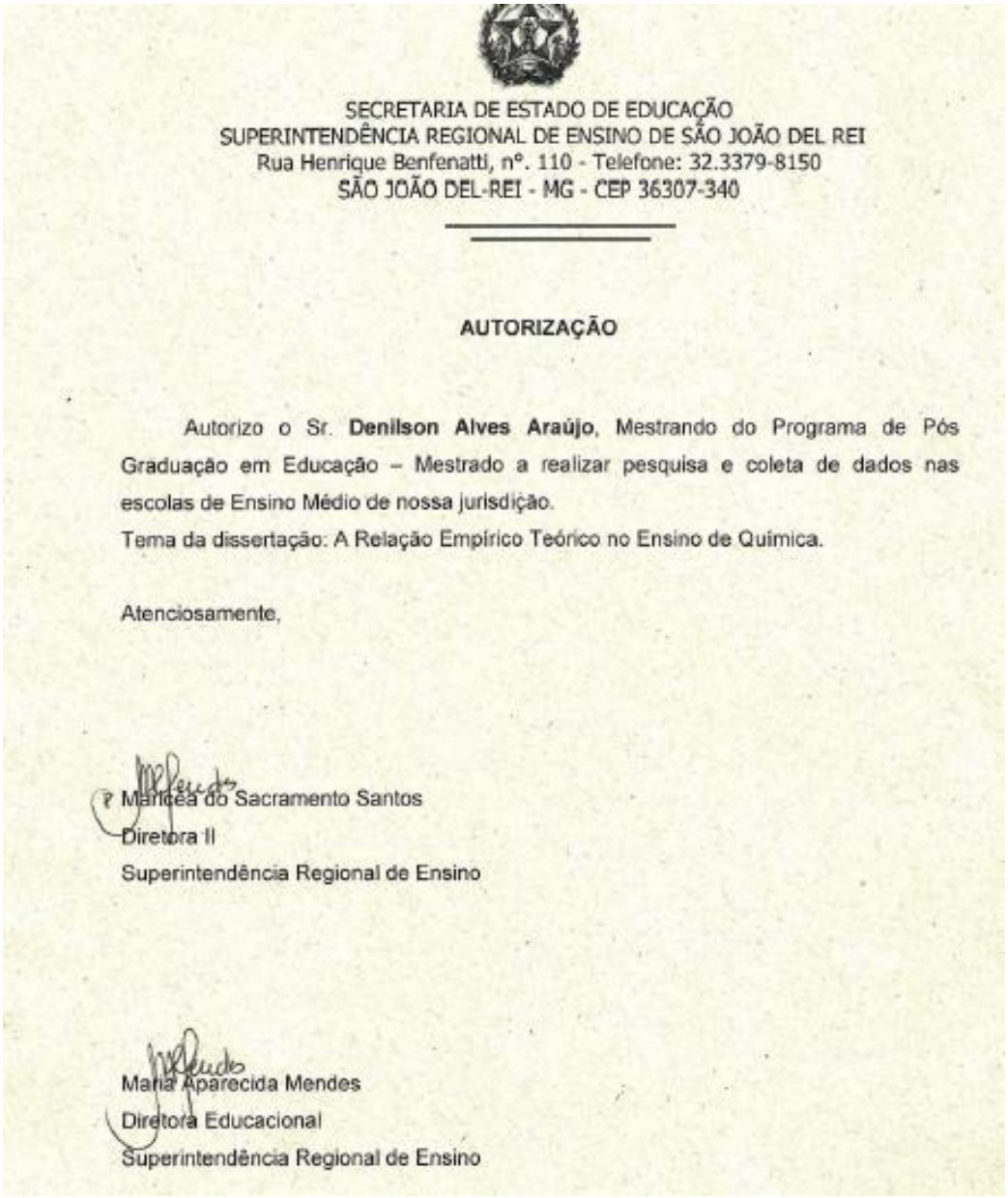
VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**.São Paulo: Martins Fontes, 1991

WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem em ciências. In: COLL, C.; EDWARDS, D. **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional.**Trad. Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998, p.107-142.

WU, KSIN-KAI, KRAJCIK, J.S., SOLOWAY, E**.** Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v.38, n. 7, p. 821-840, 2001.

7 – ANEXOS

7. 1 – AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS



SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE ENSINO DE SÃO JOÃO DEL REI
Rua Henrique Benfenatti, nº. 110 - Telefone: 32.3379-8150
SÃO JOÃO DEL-REI - MG - CEP 36307-340

AUTORIZAÇÃO

Autorizo o Sr. **Denilson Alves Araújo**, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Educação – Mestrado a realizar pesquisa e coleta de dados nas escolas de Ensino Médio de nossa jurisdição.
Tema da dissertação: A Relação Empírico Teórico no Ensino de Química.

Atenciosamente,

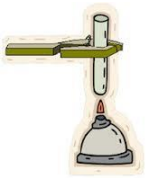
Maricéa do Sacramento Santos
Diretora II
Superintendência Regional de Ensino

Maria Aparecida Mendes
Diretora Educacional
Superintendência Regional de Ensino

7.2 - Questionário para o experimento 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
ESCOLA N° ( )

COLETA DE DADOS DE PESQUISA INVESTIGATIVA
( )INDIVIDUAL ( ) GRUPO
EXPERIMENTO 1 – AQUECENDO A ÁGUA



RESPONDA POR ESCRITO – CONSTRUA SUAS RESPOSTAS PROCURANDO SEMPRE RELACIONAR O EXPERIMENTO COM CONTEÚDOS DE QUÍMICA

1- Baseando-se nos conhecimentos estudados em química, o que você espera que aconteça neste experimento?

.....

.....

.....

1- Descreva o que foi observado durante todo o experimento, com a maior riqueza de detalhes possível.

.....

.....

.....

2- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma ou mais palavras apresentadas na tabela abaixo:

aldeído	**ânion**	**aldeidos**	**ânions**
cátion	**camada eletrônica**	**cátions**	**camadas eletrônicas**
elétron	**isótopo**	**elétrons**	**isótopos**
molécula	**próton**	**moléculas**	**prótons**

.....
.....
.....

Marque na lista seguinte os temas que você compreende, que você já estudou ou que aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado:

( ) mudança de estado físico de substâncias ( )reação de neutralização ( ) pressão de vapor ( ) equilíbrio químico ( ) interações intermoleculares ( ) reação de síntese ( ) ligação de hidrogênio ( ) Temperatura de ebulição ( ) altitude ( ) mudança de camada eletrônica

3- De exemplos (dois ou mais) de fenômenos relacionados à interações intermoleculares.

.....
.....
.....

RESPONDA ORALMENTE

1- Fale sobre o experimento relacionando com seus conhecimentos de química.
2- Onde encontramos este fenômeno observado no dia a dia?
3- O que aconteceria se, no experimento, no lugar da água tivesse utilizado outra substância como o álcool, por exemplo?

7.3 – Questionário para o experimento 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
ESCOLA N° ( )

COLETA DE DADOS DE PESQUISA INVESTIGATIVA
( )INDIVIDUAL ( ) GRUPO

EXPERIMETO 2 : COLOCANDO UM PEDAÇO DE ZINCO NO ÁCIDO

RESPONDA POR ESCRITO – CONSTRUA SUAS RESPOSTAS PROCURANDO SEMPRE RELACIONAR O EXPERIMENTO COM CONTEUDOS DE QUÍMICA

1-Baseando-se nos conhecimentos estudados em química, o que você espera que aconteça neste experimento?

.....

.....

.....

2- Descreva o que foi observado durante todo o experimento, com a maior riqueza de detalhes possível.

.....

.....

.....

3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma ou mais palavras apresentadas na tabela abaixo:

cátion	camada eletrônica	cátions	camadas eletrônicas
fenol	hidróxido	fenóis	hidróxidos
isótopo	molécula	isótopos	moléculas
neutralização	oxiredução	neutralizações	oxireduções

.....
.....
.....

4- Marque na lista seguinte os temas que você entende, que você já estudou e aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado:

( ) mudança de estado físico de substância ( )reações químicas ( ) equação química ( ) estequiometria ( ) reação de oxi-redução ( ) dissolução de substancia metálica ( ) funções Inorgânicas – Ácidos e álcoois ( ) propriedade dos metais ( ) reações orgânicas ( ) cinética química

5-De exemplos (dois ou mais) de fenômenos relacionados com reações químicas

.....
.....
.....

RESPONDA ORALMENTE

1- Fale sobre o experimento relacionando com seus conhecimentos de química.

2- Onde encontramos este fenômeno observado no dia a dia?

3- O que aconteceria no lugar do ácido tivéssemos utilizado outra substância como o álcool , por exemplo?

7.4 – Questionário para o experimento 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REIPROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESCOLA N° ( )

COLETA DE DADOS DE PESQUISA INVESTIGATIVA

( )INDIVIDUAL ( ) GRUPO

EXPERIMENTO 3- ÁGUA E COMPRIMIDO EFERVECENTE

$$3NaHCO_{3(aq)} + C_6H_80_{7(aq)} \rightarrow C_6H_5Na_3O_{7(aq)} + 3H_2CO_{3(aq)}$$

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2\uparrow$$

RESPONDA POR ESCRITO – CONSTRUA SUAS RESPOSTAS PROCURANDO SEMPRE RELACIONAR O EXPERIMENTO COM CONTEÚDOS DE QUÍMICA

1- Baseando-se nos conhecimentos estudados em química, o que você espera que aconteça neste experimento?

.....

.....

.....

2- Descreva o que foi observado durante todo o experimento, com a maior riqueza de detalhes possível.

.....

.....

.....

3- De maneira mais completa possível, explique o experimento realizado utilizando uma ou mais palavras apresentadas na tabela abaixo:

átomo	**cetona**	**átomos**	**cetonas**
elétrons	**hidróxido**	**elétrons**	**hidróxidos**
molécula	**monóxido**	**moléculas**	**monóxidos**
propriedade coligativa	**reação química**	**propriedades coligativas**	**reações químicas**

.....

.....

.....

4- Marque na lista seguinte os temas que você entende, que você já estudou e aprendeu nas aulas de química sobre o experimento observado:

( ) reações químicas ( ) cinética Química ( ) Estequiometria ( ) Mudança de estado físico ( ) Reação de oxi-redução ( ) gases ( ) Solubilidade ( ) Ligação metálica ( ) Equações químicas ( ) Propriedades coligativas

5- De exemplos (dois ou mais) de fenômenos relacionados com ligações químicas

.....

.....

.....

RESPONDA ORALMENTE

1- Fale sobre o experimento relacionando com seus conhecimentos de química.

2- Onde encontramos este fenômeno observado no dia a dia?

3- O que aconteceria se colocássemos um comprimido efervescente em água bem gelada?

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Processamento Técnico da Divisão de Biblioteca da UFSJ

Araujo, Denilson Alves de
A663p Possibilidade de articulação dos aspectos teórico e prático no ensino de química: um estudo envolvendo alunos do terceiro ano do ensino médio [manuscrito] / Denilson Alves de Araújo . – 2016.
95f.; il.

Orientador: Murilo Cruz Leal (*in memorian*). Co orientador: Paulo César Pinheiro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João del-Rei. Departamento de Educação.

Referências: f. 96-101.

1. Química - Estudo e ensino I. Leal, Murilo Cruz (orientador) II. Pinheiro, Paulo César (co orientador) III. Universidade Federal de São João del-Rei. Departamento de Educação IV. Título

CDU 372.854