



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
CEARÁ – IFCE – CAMPUS FORTALEZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA – PGECM  
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**FELIPE ALVES SILVEIRA**

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NO TÓPICO CHUVA ÁCIDA:  
ESTRATÉGIA DE ENSINO NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE USANDO O  
CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

**FORTALEZA – CE**

**2018**

**FELIPE ALVES SILVEIRA**

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NO TÓPICO CHUVA ÁCIDA:  
ESTRATÉGIA DE ENSINO NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE USANDO O  
CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.

Área de concentração: Ensino de Química

**Fortaleza- CE  
2018**

FELIPE ALVES SILVEIRA

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NO TÓPICO CHUVA ÁCIDA:  
ESTRATÉGIA DE ENSINO NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE SEGUNDO O  
CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Aprovada em: 14/12/2018.

BANCA EXAMINADORA

Ana Karine Portela Vasconcelos

Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos (Orientadora)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Caroline de Goes Sampaio

Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Maria Cleide da Silva Barroso

Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Solange de Oliveira Pinheiro

Profa. Dra. Solange de Oliveira Pinheiro  
Universidade Estadual do Ceará – UECE.

FORTALEZA – CE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Instituto Federal do Ceará - IFCE  
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S587e Silveira, Felipe Alves.  
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NO TÓPICO CHUVA ÁCIDA:  
ESTRATÉGIA DE ENSINO NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE SEGUNDO O  
CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. / Felipe Alves Silveira. - 2018.  
114 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Instituto Federal do  
Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2018.  
Orientação: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.

Experimentação Investigativa. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Chuva Ácida. 4. Mapas  
Conceituais. I. Título.

CDD  
507

---

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo Dom de Fortaleza, da Sabedoria em minha vida.

A minha família, pelo apoio em todo momento, compreensão e forças nas horas difíceis.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), pela oportunidade de realização do curso.

À professora Ana Karine Portela Vasconcelos, pela oportunidade de poder tê-la como orientadora, e seu tempo comprometido, sua atenção e paciência. À professora Caroline de Goes Sampaio, por disponibilizar suas aulas para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus colegas do grupo da Química: Suyanne e Manuel pela amizade construída e a ajuda fornecida no desenvolvimento da pesquisa.

À coordenação da EEEP Darcy Ribeiro, por me liberar, sempre que necessário, para a realização de atividades voltadas para a dissertação.

À FUNCAP, pela disponibilização da bolsa a fim de facilitar o desenvolvimento das atividades.

## RESUMO

As atividades de experimentação realizadas no laboratório de Química são consideradas fundamentais no ensino de Química, assim como na formação inicial dos professores. Para que essa atividade auxilie na aprendizagem de Química é necessário mudar as formas tradicionais de ensino no qual apenas é seguido um roteiro para que se chegue no resultado. Nesse caso, não há debates, tampouco reflexões acerca da atividade proposta. A experimentação investigativa proporciona que as hipóteses sejam levantadas pelos próprios estudantes e o professor é o mediador e não o detentor do saber. Sob tal perspectiva, a experimentação não serve apenas para comprovar teorias inquestionáveis. No caso, a abordagem experimental investigativa é uma metodologia que visa à Aprendizagem Significativa. A presente investigação tem por objetivo analisar a experimentação investigativa no ensino na formação inicial dos professores de Química referente ao tópico *Chuva Ácida* em busca de indícios de uma Aprendizagem Significativa. A pesquisa buscou abordar os conceitos relativos às funções inorgânicas *ácidos e óxidos* através do tema *Chuva Ácida*. Para facilitar o estudo, foi utilizada como ferramenta *Mapas Conceituais*. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará– *Campus Maracanaú*, com nove graduandos do Curso de Licenciatura em Química. A pesquisa teve como campo metodológico uma abordagem qualitativa pautada em um Estudo de Caso. A análise dos dados foi pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa através do uso de Mapas Conceituais a fim de investigar os conceitos prévios. A experimentação investigativa mostrou ser uma estratégia promissora na temática *Chuva Ácida*, abordando os conceitos iniciais de ácidos e óxidos, visto que facilita a compreensão do novo saber em que instiga o estudante a ser participativo. Espera-se, ainda, instigar uma maior utilização dessa atividade em que não é seguido um roteiro pré-estabelecido a fim de que se fuja do modelo tradicional de ensino e, principalmente, facilite a compreensão do conteúdo químico. O trabalho pode auxiliar futuros professores e futuras pesquisas no meio acadêmico para corroborar no processo de ensino e aprendizagem em prol de uma Aprendizagem Significativa através da utilização de uma experimentação investigativa como estratégia metodológica com a utilização de Mapas Conceituais que auxilia nesse processo.

**Palavras-chave:** Experimentação Investigativa. Aprendizagem Significativa. Chuva Ácida. Mapas Conceituais.

## ABSTRACT

The experimental activities carried out in the Chemistry laboratory are considered fundamental in the teaching of Chemistry as well as in the initial formation of the teachers. For this activity to aid in the learning of Chemistry, it is necessary to change the traditional forms of teaching in which only a script is followed to arrive at the result, in this case, there are no debates or reflections about the proposed activity. The investigative experimentation provides that the hypotheses are raised by the students themselves and the teacher is the mediator and not the holder of the knowledge. From this perspective, experimentation does not only serve to prove unquestionable theories. In this case, the experimental investigative approach is a methodology that aims at Significant Learning. The present research aims to analyze the research experimentation in the teaching in the initial training of teachers of Chemistry referring to the topic Acid Rain in search of evidence of Significant Learning. The research sought to address the concepts related to inorganic acid and oxides functions through the theme Acid Rain. To facilitate the study will be used as tool Conceptual Maps. The research was carried out at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - *Campus Maracanaú* with 9 undergraduate students of the degree in Chemistry. The research will have as methodological field a qualitative approach based on a case study. Data analysis will be based on Significant Learning Theory through the use of Conceptual Maps in order to investigate previous concepts. The investigative experimentation showed to be a promising strategy in the Acid Rain theme, approaching the initial concepts of acids and oxides, since it facilitates the understanding of the new knowledge in which it instigates the student to be participatory. It is also hoped to instigate greater use of this activity in which a pre-established roadmap is not followed in order to escape the traditional teaching model and, above all, to facilitate the understanding of the chemical content. The work can help future teachers and future research in the academic environment to corroborate in the process of teaching and learning in favor of Significant Learning through the use of investigative experimentation as a methodological strategy with the use of Conceptual Maps that assists in this process.

**Keywords:** Investigative Experimentation. Meaningful Learning. Acid rain. Conceptual Maps.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação esquemática sobre a Teoria da Assimilação.....	27
<b>Figura 2</b> - Representação esquemática do MC elaborado através do Cmap Cloud .....	42
<b>Figura 3</b> - Passos principais dessa abordagem para o ensino .....	54
<b>Figura 4</b> - Organograma explanando sobre a terceira etapa .....	67
<b>Figura 5</b> - Mapa Conceitual sobre Chuva Ácida .....	69
<b>Figura 6</b> - Resolução da atividade pelo sujeito 1 .....	77
<b>Figura 7</b> - Alguns materiais utilizados no experimento.....	82
<b>Figura 8</b> - Haste metálica acoplada na rolha.....	83
<b>Figura 9</b> - Adição de hidróxido de sódio 0,01 molar e fenolftaleína .....	84
<b>Figura 10</b> - Processo de formação dos gases .....	85
<b>Figura 11</b> - Formação do ácido e mudança de coloração .....	85
<b>Figura 12</b> - Mapa elaborado pelo sujeito 4 .....	92
<b>Figura 13</b> - Mapa elaborado pelo sujeito 5 .....	93
<b>Figura 14</b> - Mapa elaborado pelo sujeito 7 .....	95

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Explicação sobre os tipos de mapas quanto ao seu formato proposto por Tavares (2007) .....	46
<b>Quadro 2</b> – Análise dos critérios de classificação de MC .....	47
<b>Quadro 3</b> – Quatro vertentes referentes à experimentação.....	56
<b>Quadro 4</b> - Escala de níveis da estrutura da experimentação .....	58
<b>Quadro 5</b> – Objetivos a serem alcançados através da experimentação .....	79
<b>Quadro 6</b> – Pontuação dos MC elaborados no final da pesquisa .....	91

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Resposta dos estudantes sobre a temática Chuva Ácida.....	72
<b>Gráfico 2</b> - Escolha do item correto da resolução da questão 3.....	73
<b>Gráfico 3</b> – Respostas sobre as consequências da Chuva Ácida.....	75

## LISTA DE SIGLAS

AS	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
IFCE	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
MC	MAPAS CONCEITUAIS
TAS	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

## SUMÁRIO

Introdução.....	14
1 – Discussão sobre o Ensino de Química atual.....	17
1.1 Problemática no Ensino de Química.....	17
1.2 Reflexão sobre a formação inicial dos professores de Química.....	22
1.3 Chuva Ácida.....	23
2 – Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).....	25
2.1 Revisão bibliográfica dos estudos realizados por Marco Antônio Moreira.....	25
2.2 Aprendizagem Mecânica x Aprendizagem Significativa.....	32
2.3 Aprendizagem por recepção x Aprendizagem por descoberta .....	34
2.4 Princípios facilitadores da AS.....	35
2.5 Formas de aprendizagem significativa.....	37
3 Mapas conceituais.....	39
3.1 Estudo e Construção de um Mapa Conceitual.....	39
3.2 Mapas conceituais como instrumentos de avaliação.....	44
4 – Experimentação no Ensino de Química.....	50
4.1 Investigação da experimentação no Ensino de Química.....	50
4.2 Análise dos tipos existentes de experimentação.....	55
4.3 Estrutura de organização para a experimentação investigativa.....	58
5 Procedimento Metodológico.....	60
5.1 Um paralelo entre pesquisa quanti-qualitativa e estudo de caso.....	60
5.2 Cenário e sujeitos da pesquisa.....	64
5.3 Procedimentos e instrumentos utilizados.....	64
6 Resultados e Discussão.....	71
6.1 Percepção dos saberes prévios dos estudantes.....	71
6.2 Atividade sobre os aspectos principais de um Mapa Conceitual.....	76
6.3 Experimentação investigativa acerca do tópico Chuva Ácida.....	78
6.4 Análise das entrevistas.....	86
6.5 Discussão dos MC elaborados após a experimentação.....	90
Considerações Finais.....	97
Referências.....	99

ANEXO A- TEXTO REFERENTE À PROPOSTA DE NOVAK E GOWIN .....	105
APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	108
APÊNDICE B- PRÉ-TESTE (QUESTIONÁRIO).....	110
APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO SOBRE O USO DE MAPAS CONCEITUAIS E ANÁLISES GERAIS.....	113
APÊNDICE D – ATIVIDADE.....	114

## INTRODUÇÃO

A disciplina de Química é de suma importância para a sociedade, uma vez que se encontra em tudo o que está ao nosso redor, desde a formação das florestas até a constituição dos seres vivos. Diversos processos que ocorrem no dia a dia estão relacionados a essa disciplina. No entanto, no âmbito escolar, é considerada difícil pelos estudantes e, muitas vezes, trabalhada de forma descontextualizada, sem considerar os saberes prévios dos estudantes. Isso pode dificultar a compreensão do tema abordado em sala de aula devido ao não estabelecimento de relações com o mundo que os cerca.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) destaca a importância do conhecimento prévio dos estudantes como fator isolado relevante na determinação do processo de ensino e aprendizagem, sendo uma variável primordial para a teoria na qual a nova interação, relação, modifica-o pela aquisição de novos significados (MOREIRA, 2007). Diante disso, propicia uma colaboração para o reconhecimento do estudante como sujeito que aprende e das possibilidades de mudança por meio do aprendizado (VIEIRA, 2012).

Assim, o estudo desenvolvido por Moreira (2007 e 2012) favorece uma amplitude de perspectivas do debate sobre o ensino de Química, bem como na formação inicial dos professores, posto que produz uma teoria voltada para a sala de aula que pode contribuir na aprendizagem do saber científico. Logo, tanto o futuro professor de Química quanto os estudantes serão beneficiados.

Segundo a TAS de Ausubel, as informações são organizadas e integradas na mente do indivíduo que as recebe. Porém, tais informações apenas serão aprendidas se conceitos relevantes e inclusivos estiverem disponíveis em sua estrutura cognitiva, podendo estabelecer ligações com as novas ideias e conceitos. Logo, a Aprendizagem Significativa (AS) ocorrerá quando houver interação entre as novas informações adquiridas com uma estrutura do conhecimento específica, que é denominada *subsunção*, em que os conceitos já aprendidos ficam armazenados (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

É no contexto da TAS que a experimentação deve existir, fazendo com que os sujeitos sejam ativos, participativos e façam parte da atividade não apenas como expectadores, mas como desenvolvedores da ação, onde se desenvolverá habilidades cognitivas dentro do laboratório. De acordo com Giordan (1999), a experimentação deve ser tomada como parte de um processo pleno de investigação sendo uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de Ciências, uma vez que deve se dar, preferencialmente, nos entremeios de atividades investigativas.

O uso dos MC é uma excelente ferramenta que ajudará a identificar indícios de uma AS. Eles têm por objetivo representar as ligações entre um conjunto de significados dos conceitos. Os mapas apresentam um resumo através de um esquema do que foi aprendido. Dessa forma, dá-se a ideia inicial de analisar a experiência dos graduandos no ensino por experimentação investigativa perante a teoria citada. Assim, transcendeu-se o objeto desta pesquisa para as relações com o aprender e, principalmente, contribuir na formação dos futuros professores de Química.

As formações iniciais e contínuas serão relevantes caso haja inclusão desses saberes no processo, cabendo às instituições de ensino superior desenvolverem iniciativas que visem ao objetivo em questão, como, por exemplo, a experimentação que é essencial na apreensão do saber científico. Vale salientar que a docência universitária tem por natureza o confronto e a construção do conhecimento, buscando-se reelaborar os saberes empíricos tomados como verdades em um processo essencialmente reflexivo, em referência ao objetivo da aula e ao obstáculo epistemológico observado (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa é analisar a experimentação investigativa no ensino na formação inicial dos professores de Química referente ao tema *Chuva Ácida* segundo o contexto da TAS. Para facilitar o desenvolvimento e compreensão do estudo, foi utilizado o mapa conceitual como ferramenta de ensino. Trata-se de uma representação analógica da realidade que colabora para o entendimento do assunto tencionando a análise das substâncias inorgânicas presentes na simulação da *Chuva Ácida*. A pesquisa buscou abordar os conceitos relativos às funções inorgânicas *ácidos e óxidos* através desse tema.

Para atingir o objetivo geral, são propostos como objetivos específicos: aplicar uma prática de cunho investigativo referente à simulação da chuva ácida abrangendo os aspectos químicos e ambientais; verificar indícios relacionadas à AS conforme Moreira através da experimentação investigativa realizada por meio da elaboração de MC como estratégia pedagógica para apropriação do saber científico e discutir se os procedimentos utilizados poderiam ser utilizados no Ensino Médio em prol do saber científico.

A próximas seções deste trabalho são referentes aos Capítulos que nortearão a pesquisa. O próximo Capítulo faz uma discussão sobre o ensino de Química, assim como um breve estudo sobre a reflexão na formação inicial dos professores da disciplina. O Capítulo 2 versa sobre a TAS, abordando os seus principais conceitos, assim como as classificações que são dadas. O referencial teórico da pesquisa diz respeito aos estudos realizados por Ausubel, baseado em Marcos Antônio Moreira. O Capítulo 3 discuti acerca do uso de MC, destacando

a sua importância e a forma como deve ser utilizado no processo de ensino e aprendizagem como instrumento avaliativo.

O Capítulo 4 discute a importância do uso dessa atividade no ensino de Química, haja vista a formação inicial dos professores, os tipos de experimentação existentes e a maneira mais indicada para se aplicar a atividade segundo o contexto da TAS. O Capítulo 5 descreve o percurso metodológico utilizado abordando o cenário e sujeitos da pesquisa. O penúltimo capítulo explana sobre as discussões e coleta de dados em confronto com o referencial teórico. Por fim, há as considerações finais a respeito do estudo realizado.

## 1 – DISCUSSÃO SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA ATUAL

O professor deve estar aberto a buscar novos recursos metodológicos a fim de dinamizar o ensino visando à formação de sujeitos éticos, críticos e reflexivos na sociedade em que vivem. A não aderência a se reinventar na profissão pode tornar o processo de ensino e aprendizagem de Química estanque, sem um afã para aprender.

É substancial que o ensino esteja atrelado ao dia a dia, que faça sentido para o estudante. Nessa perspectiva, será discutido a problemática no ensino de Química, bem como a reflexão em torno da formação inicial do professor. Para finalizar, foi abordado uma pequena explanação acerca da *Chuva Ácida*, temática norteadora da pesquisa.

### 1.1 Problemática no Ensino de Química

É comum encontrar estudantes indiferentes à aprendizagem na disciplina de Química, fato este que pode ser atribuído aos métodos tradicionais de ensino que, ligados a assuntos complexos, tornam a aula desinteressante, fazendo com que não aprendam de forma significativa. A disciplina de Química está relacionada a diversos aspectos relacionados ao mundo e seu estudo foi feito através de observações e, posteriormente, experiências para comprovar os fatos observados (DEWEY, 1980).

A Química procura explicar diversos fenômenos da natureza e esse conhecimento pode ser utilizado em benefício da própria sociedade. Diante disso, devem-se buscar recursos metodológicos diferenciados para ajudar no processo de ensino e aprendizagem que condicione a uma aula divertida e prazerosa e que proporcione aos sujeitos serem participativos, reflexivos e críticos.

Dentro desse processo de ensino e aprendizagem, tanto o aspecto microscópico quanto o macroscópico, podem ser abordados no ensino a fim de facilitar a compreensão do saber científico. É necessário que haja uma metodologia diferenciada para abordar esses dois aspectos. Muitas vezes, na prática, tais fatores são separados perante o fazer pedagógico, o que pode gerar um obstáculo epistemológico, ou seja, um entrave na aprendizagem (PEREIRA, 1995). Dessa forma, as barreiras que obstruem os entendimentos dos estudantes podem ser denominadas de obstáculos epistemológicos (ANDRADE, ZYLBERSZTAJN e FERRARI, 2002).

Por exemplo, assuntos relativos às ligações químicas e à estrutura atômica necessitam de um maior grau de abstração, logo, não se pode focar apenas no campo macroscópico (LÔBO, 2008). Vale destacar que ao abordar os conteúdos é necessário ter cuidado com a

utilização de imagens e analogias para que não seja considerada a explicação completa do fenômeno em estudo, ou seja, não esteja desvinculado ao conhecimento científico e se limitando à comparação.

Astolfi e Develay (1995, p. 71) afirmam que “[...] a análise dos obstáculos nem sempre se apoia tão claramente em elementos históricos; ela pode também muito bem resultar de observações ligadas à prática pedagógica ou de pesquisas didáticas empíricas”. A localização do obstáculo epistemológico é crucial para fissurá-lo em prol da sua superação. Os estudantes devem participar do processo de elaboração de conceitos químicos, do simbolismo, ao invés de simplesmente fornecer-lhes o aporte teórico. Isso condiz com a ciência contemporânea.

A ciência contemporânea estuda teorias mistas que induz a formação de um simbolismo químico, como exemplificado por Bachelard (1996), em que as moléculas da água são regidas por ligações covalentes onde o traço (sinal químico) entre os átomos de Hidrogênio e Oxigênio, representam uma relação abstrata de valência entre os átomos, assim como os elétrons envolvidos e compartilhados na ligação. O traço nas fórmulas estruturais químicas é comum e representa as valências trocadas.

Várias análises foram feitas a respeito desse simbolismo, cujo avanço da ciência é com intuito de torná-la adequada, já que está sempre a evoluir. Adicionalmente, Lôbo (2008) informa que no ensino de Química é normal que haja a apresentação de leis, teorias e modelos que, geralmente, estão entrelaçados como representações da realidade.

À correlação entre os aspectos conceituais químicos e empíricos dá-se o nome de “funcionamento da Química”, que envolve os aspectos representacionais, teóricos e fenomenológicos, além das leis. Assim, “[...] o funcionamento da Química é o modo como essa forma de conhecimento organiza suas explicações e seus esquemas representacionais em correlação com os fenômenos de interesse da Química e dos químicos” (LEAL, 2009, p. 14).

É necessário, também, que os aspectos fenomenológicos, representacionais e teóricos sejam interligados e articulados ao processo de ensino e aprendizagem, já que é inadequado trabalhar somente com a memorização de fórmulas, definições e equações químicas, pois não tem como observar de forma empírica as substâncias e conceitos abordados em sala de aula, o que torna os conteúdos de difícil compreensão (BACHELARD, 1996).

Uma postura apenas centrada nas representações fará com que os estudantes apresentem dificuldades em compreender os conhecimentos científicos químicos por completos, ou seja, de maneira ampla (LEAL, 2009; LÔBO, 2008).

A construção do conhecimento científico baseado em observações cotidianas deve existir para situar o estudante no confronto de aspectos vivenciados pela própria realidade rompendo com conhecimentos intuitivos. Esse é um dos fatores que condicionam a um ensino que não seja tradicional (DEWEY, 1980; LÔBO, 2008).

Astolfi e Develay (1995) asseveram que há críticas às práticas do ensino tradicional no qual o professor apenas leva os seus saberes para que os estudantes aprendam, não existindo uma construção coletiva do conhecimento. As respostas de determinados conceitos químicos são dadas de acordo com o conteúdo trabalhado, em que a capacidade de argumentação, reflexão e contextualização do estudante é desconsiderada. Os saberes adquiridos no dia a dia pouco têm importância nessa prática tradicional.

Uma abordagem didática tradicional, que não tem relação com a formação do novo espírito científico, tem ênfase na instrução formal em que o estudante é um receptor passivo do saber (HODSON, 1988). A capacidade de argumentação, reflexão e contextualização do estudante é desconsiderada. O estudante não pode ser tratado como um mero receptor de conhecimentos, acaba prevalecendo uma apreensão do conhecimento de forma acrítica e isso corrobora para a acomodação dos obstáculos (BACHELARD, 1971).

Geralmente há um certo formalismo ao abordar determinados conteúdos tornando o processo de ensino e aprendizagem difícil, já que a aplicabilidade dos mesmos no cotidiano é praticamente inexistente e isso foge à ideia de representação de um conceito como apontam Astolfi e Develay (1995), Lopes (1993) e Pereira (1995), já que é necessário que os conceitos químicos interfiram em um conceito já existente, logo sem aplicabilidade não tem como existir.

É necessário refletir que a conscientização do licenciando em Química de sua tradicional prática pedagógica não é suficiente para a sua superação, sendo necessário uma construção alternativa, novas orientações metodológicas, de forma que possa ser utilizado como forma de romper o tradicional ensino de Ciências. O estudo de conceitos químicos não pode ser resumido à exposição restrita das etapas históricas de sua construção, já que todo ensino supõe uma reconstrução e transformação do saber (ASTOLFI; DEVELAY, 1995).

Os estudantes possuem conhecimentos prévios acerca dos conhecimentos científicos abordados no ensino de Química através das suas vivências diárias em torno, também, do senso comum. Leal (2009) afirma que a transformação do conhecimento científico no ensino de Química deve ser transformada para o conhecimento escolar, tendo em vista os conhecimentos prévios.

O conhecimento científico é sempre uma reforma das ilusões, logo o mesmo pode estar ligado, intrinsecamente, ao empírico, desde que haja momentos de reflexão. A ciência não se baseia apenas no senso comum, uma vez que tal percepção deve ser rompida para validar os aspectos científicos perante os estudos e a história em si. Fazer ciências não implica em sistematizar as percepções, mas sim, validá-las (BACHELARD, 1971).

A Química contemporânea possui, geralmente, uma racionalidade muito diferente do senso comum. O estudo contemporâneo não tem mais relação com a memorização, mas sim, ao entendimento, compreensão, reflexão, produção do conhecimento científico (LEAL, 2009).

Os subterfúgios pedagógicos, isto é, recursos didáticos auxiliares no processo de ensino e aprendizagem, podem implicar em interessantes atrativos visuais, como, também por outro lado, promover uma barreira do entendimento. Deve-se ter cuidado ao abordar os conteúdos na área de Química, pois pode haver a formação de um entrave na aprendizagem através de analogias e/ou metáforas.

O autor que alertou de forma considerável para o uso da má utilização de analogias e metáforas no ensino de ciências foi Bachelard, o qual introduziu uma noção de obstáculo epistemológico fazendo um estudo em prol da formação do conhecimento científico (BACHELARD, 1971).

As opiniões dos estudantes, que não devem ser desconsideradas, são o primeiro obstáculo acerca do conteúdo, logo é necessário superá-lo. Um obstáculo epistemológico permanecerá caso não exista indagações, devendo haver uma inquietação, um contínuo questionamento a respeito do saber empírico.

De acordo com Bachelard (1996, p. 21): “Em resumo, o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar”. O professor deve assumir uma postura investigativa, ser conciliador no processo de ensino e aprendizagem em detrimento da reflexão na ação, no momento efetivo da sua prática docente.

O primeiro obstáculo evidenciado na obra de Bachelard é chamado de *experiência primeira* que está relacionado às aulas, envolvendo experimentação. Em uma determinada atividade experimental, por exemplo, pode haver uma explosão, uma combustão ou qualquer outra atividade que possa causar uma admiração e apreço pelo que foi visto perante uma sucessão de resultados deslumbrantes, no qual, muitas vezes, sobressai-se aos aspectos químicos existentes, o que inviabiliza o entendimento do conceito científico. Como colocado por Bachelard (1996, p. 29):

na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica - crítica esta que é, necessariamente,

elemento integrante do espírito científico. Já que a crítica não pôde intervir de modo explícito, a experiência primeira não constitui, de forma alguma, uma base segura.

Um exemplo relacionado à questão abordada pelo autor se refere à teoria dos radicais (íons), em que o professor obteve iodeto de amônio através de um experimento no qual se utilizou amoníaco, passado muitas vezes na substância mencionada sobre um filtro coberto com palhetas de iodo ( $I_{2(s)}$ ). Quando esse papel é secado, ele explode, o que leva à admiração dos estudantes. Muitos foram interrogados a respeito desse tipo de atividade, sendo que, metade da turma lembrava de explosões desse tipo, sem ter a preocupação e o conhecimento de explicar a razão das explosões, ou seja, a explicação científica. Não havia acontecido, ainda, um estudo detalhado, crítico, apenas um encadeamento de resultados interessantes.

Lemke (2006) destaca que a atividade realizada no laboratório deve ser de forma comunitária, ou seja, em conjunto. A aprendizagem não pode ser restrita em apenas um ambiente de ensino, podendo ocorrer em diferentes espaços. O laboratório pode ser um diferencial dentro desse contexto (GIORDAN, 1999). O professor precisa estar atento para que não ocorra a formação do obstáculo, experiência primeira em que é necessário instigar a reflexão e a criticidade, tornando o estudante participativo na atividade.

Os fatos em ciências têm sentido em relação a um sistema de pensamento preexistente, pré-determinado, isso se trata de uma das características epistemológicas contemporâneas das ciências, sendo que os conceitos não se limitam a produções atuais que não estão terminadas, já que estão em estudo contínuo, progressivo. Conforme Astolfi e Develay (1995, p. 32): “[...] os conceitos científicos não são ordenados num seguimento linear, mas cada conceito se encontra no nó de uma rede complexa que envolve em geral várias disciplinas”.

A epistemologia deve, impreterivelmente, partir da reflexão da própria ciência, dessa forma, tornará adequada para expressá-la. A ruptura com o saber anterior propõe para o desenvolvimento da razão, ou seja, faz parte da reflexão sobre os valores do conhecimento científico. A formulação de hipóteses é levantada através da reflexão prévia no ensino de Química, logo, a mesma se dá através do entrelaçamento das teorias, concepções e observações (BACHELARD, 1971).

Cabe ao professor discutir e refutar as hipóteses formuladas pelos estudantes através de observações ou experimentações para que se tenha a consolidação dos saberes químicos, confirmando ou redirecionando as hipóteses em prol do objeto de estudo sem perder a veracidade dos fatos científicos (RONCH; DANYLUK; ZOCH, 2016).

## 1.2 Reflexão sobre a formação inicial dos professores de Química.

Conforme Bachelard (1996, p. 24): “[...] o educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha o mestre”. Esse deve assumir uma postura investigativa, ser mediador no processo de ensino e aprendizagem em detrimento da reflexão na ação, no momento efetivo da sua prática docente, assim como refletir sobre sua ação para confirmar o que deu certo ou não dentro do seu planejado.

Professor reflexivo é aquele que instiga a dúvida, propõe debates considerando os conceitos já adquiridos ante os conhecimentos científicos. Ser reflexivo não implica em uma análise linear, tácito, mas sim, progressiva, contínua e permanente do fazer pedagógico (SHÖN, 2000).

No processo construtivo da identidade do professor é válido considerar a importância da criatividade na solução de cada nova situação vivenciada. Os professores já trazem consigo uma gama de conhecimentos em que, na maioria das vezes, nunca se questionaram acerca do que significa ser professor. A formação docente ocorre de maneira espontânea e não reflexiva, em que as instituições já se dão por suposto o que o são, sem se preocuparem com uma formação que atenta para a superação dos obstáculos para que seja colocado em prática e preparar o professor para ser reflexivo (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

O professor deve estar em permanente estudo, em uma revisão constante dos significados sociais da profissão e na revisão das tradições, tendo em vista as práticas consagradas culturalmente que permanecem importantes, que resistem a inovações. A instituição escolar tem a função de proporcionar a mediação reflexiva, que é um trabalho de investigação em concomitância com o aprender dos alunos aos conhecimentos que permeiam a sociedade (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

A tomada de decisões é imprescindível para ser professor, cujas ferramentas para isso devem ser procuradas no diagnóstico, na gestão, na regulação e na avaliação de situações educativas. O professor precisa dominar os conteúdos para lecionar, onde os “saberes da disciplina” não devem ser abordados sem reflexão epistemológica.

Deve procurar uma reflexão didática, verificar que os conteúdos estão relacionados uns com os outros na construção do conhecimento. Para tanto, o professor deve observar, analisar, gerir, regular e avaliar as situações pedagógicas. O profissional será uma base para o futuro do formando, no qual este terá uma visão de um comportamento possível que ele terá, existindo uma troca de representações (ASTOLFI; DEVELAY, 1995).

Os químicos, e muitos professores, consideram mais importante atender aos conteúdos propostos no currículo por completo para atenderem ao programa, o que acaba sendo um ensino descontextualizado e fragmentado perante a grande quantidade de conteúdos, o que condiciona a aprendizagens inadequadas e sem associação a uma das funções do ensino científico (LEAL, 2009).

A formação do sujeito enquanto professor ocorre através das suas experiências individuais e coletivas para que assim possa compreender o mundo e, conseqüentemente, atuar no mesmo perante os saberes adquiridos. O conhecimento elaborado pelo estudante, pelo livro didático e pela fala do professor através das suas formas de abordar os assuntos e na tradição dos meios de comunicação devem ser considerados, reconhecidos (VIEIRA, 2012).

Pimenta e Anastasiou (2014, p. 78-79) afirmam que a identidade docente constitui um processo epistemológico que reconhece a docência em quatro grandes conjuntos:

[...] os conteúdos das diversas áreas do saber (das ciências humanas e naturais, da cultura e das artes) e do ensino; os conceitos didático-pedagógicos, diretamente relacionados ao campo da atividade profissional; os conteúdos relacionados a saberes pedagógicos mais amplos do campo teórico da prática educacional, os conteúdos ligados a explicitação do sentido da existência humana individual e social.

Para um professor que deseja mudanças em seu fazer pedagógico é necessário que reflita acerca de sua prática pedagógica, que tenha capacidade de reconstruir, cotidianamente, suas ações, reflita no seu ensino e, principalmente, sobre a aprendizagem satisfatória dos seus estudantes. Deve-se buscar meios que corroborem para o entendimento dos conteúdos de Química de forma significativa, ou seja, que a aprendizagem seja referente ao saber científico.

## 1.2 Chuva Ácida

A água da chuva não é totalmente pura, pois sempre carrega componentes da atmosfera, o próprio  $\text{CO}_2$  ao se dissolver na água a torna um pouco ácida, com um pH aproximadamente igual a 5,6.

O ácido formado (ácido carbônico) é muito fraco, o que não compete à água uma diminuição brusca do pH. A *Chuva Ácida* é um fenômeno causado pela poluição da atmosfera. Ela pode acarretar em muitos problemas para as plantas, animais, solo, água, construções e, também, às pessoas. Reage com metais e carbonatos atacando muitos materiais usados na construção civil, como o mármore. Diferentemente do  $\text{CO}_2$ , os óxidos de enxofre ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ) e de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$ ) presentes na atmosfera formam ácidos fortes, aumentando a acidez da água da chuva.

Reações semelhantes ocorrem com os óxidos de nitrogênio. Como o ar é formado de  $N_2$  e  $O_2$ , durante as tempestades, A *Chuva Ácida* pode ser transportada através de longas distâncias, podendo cair em locais em que não há fonte de poluentes causadores do fenômeno.

O fenômeno da *Chuva Ácida* é, principalmente, local, pois a composição da chuva depende dos poluentes lançados naquele mesmo lugar. Algumas vezes, as nuvens poluídas se deslocam, regando áreas mais afastadas com sua água ácida. Os principais agentes poluidores, típicos de regiões altamente industrializadas, são os óxidos de enxofre e nitrogênio, que, dissolvidos em água, formam os ácidos sulfúrico e nítrico, como evidenciado nas reações acima.

Em ambientes quentes, como dentro de motores de carros, o oxigênio e o nitrogênio do ar se combinam, formando esses óxidos de nitrogênio. Neste ambiente de ar aquecido, forma-se monóxido de nitrogênio (NO). Este composto se combina rapidamente com o oxigênio do ar, transformando-se em dióxido de nitrogênio. O  $NO_2$  tem bastante afinidade por água, passando-se por meio dessa à forma de ácido nítrico ( $HNO_3$ ), um ácido forte e bastante prejudicial ao ambiente (BROWN, 2005).

Os catalisadores presentes nos carros, hoje em dia, transformam boa parte do óxido de nitrogênio novamente em nitrogênio gasoso, exatamente como a substância era antes de entrar no motor do automóvel. Já o  $SO_2$ , o dióxido de enxofre, é gerado na queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo (BROWN, 2005).

Esse gás também se dissolve facilmente na água, gerando ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), que também é forte. Se o  $SO_2$  está em grande quantidade no ar, ele pode se combinar com o oxigênio, formando trióxido de enxofre ( $SO_3$ ), que se dissolve ainda mais facilmente na água e produz ácido sulfúrico mais concentrado (BROWN, 2005).

Todos esses ácidos fortes se acumulam nas nuvens. A chuva que tais nuvens fazem cair é, na verdade, uma solução muito ácida, e que acaba alterando o equilíbrio químico do solo.

## **2 – TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)**

É imprescindível que os saberes prévios dos estudantes sejam considerados no âmbito escolar para que se sintam importantes no ensino. Ao considerá-los para a apreensão dos novos, far-se-á jus a TAS de David Paul Ausubel (2000). A teoria destaca a importância do conhecimento prévio como fator isolado mais relevante na determinação do processo de ensino e aprendizagem (MOREIRA, 2011a).

A presente pesquisa se baseou na Teoria da Aprendizagem Significativa visando à formação inicial dos professores de Química através da experimentação investigativa. O referencial teórico que norteou a pesquisa foi referente aos estudos realizados por David Paul Ausubel (2000) sobre a teoria baseados nos estudos de Marcos Antônio Moreira que é o maior representante do assunto no Brasil. Ele respalda o trabalho de Ausubel, haja vista a construção do saber científico.

### **2.1 Revisão bibliográfica dos estudos realizados por Marco Antônio Moreira.**

Lemke (2006) aponta como proposta para a aprendizagem a realização de estudos, investigações, quer de forma individual ou em grupos para o ensino no qual a aprendizagem em equipe, independente de idade, classe social, sexo ou cultura, irá acontecer de forma compartilhada, um sujeito ajudando o outro de modo que seja instigada a reflexão.

A individualidade de cada pessoa deve ser respeitada e a motivação deve ser promovida dentro do ensino em que os estudantes devem também ser responsáveis pela sua própria aprendizagem. Para que haja a facilitação do conteúdo de Química que será abordado é necessário considerar o que o sujeito já sabe e isso implica na TAS.

A TAS é compreendida como um processo que envolve a reflexão, a compreensão e a concessão de significados do sujeito em interação com o meio social. Dessa forma, a teoria se opõe a concepções inatistas de que o ser humano já nasce com características que são mantidas ao longo da sua trajetória de vida ou comportamentos que concebem as ações como forma de resposta aos estímulos externos.

A TAS de David Paul Ausubel tem como origem de sua trajetória pessoal e profissional, suas experiências (MASINI, 2011). O maior representante brasileiro que estuda sobre a teoria e, conforme mencionado, foi abordado no trabalho, é Marcos Antônio Moreira.

A TAS é uma proposição do cognitivismo que foi concebida por Ausubel desde a década de 1960 no século XX. A AS é aquela em que uma nova informação, que pode ser um

conceito, ideia, símbolo significativo ou proposição, interage com aquilo que o aprendiz já sabe de uma maneira não-litera (substantiva) com uma ideia prévia já existente na sua estrutura cognitiva (SARAIVA, 2017; SANTOS, 2017).

A interação existente não será com qualquer saber prévio que há na estrutura cognitiva, mas sim com algum conceito, conhecimento nomeadamente relevante existente na mesma, logo ocorrerá de maneira não arbitrária. Vale acentuar que deve haver certo grau de clareza e estabilidade para tanto (AUSUBEL, 2003; NAVARRO, 2008).

Estrutura cognitiva é conceituada como um conjunto global de ideias sobre determinada disciplina, assunto ou mesmo um conjunto total de pensamentos do sujeito e a forma com que são organizadas (AUSUBEL, 2003). Trata-se da capacidade de reter informações, dados, conceitos, dentre outros atributos da aprendizagem. O conhecimento já existente relevante à nova aprendizagem é denominado de *subsunçor* ou *ideia-âncora* (MOREIRA, 2011a).

Por exemplo, o estudante pode não saber reconhecer sobre as funções inorgânicas, como os ácidos e os óxidos, tampouco sobre as reações químicas que podem ocorrer entre os mesmos. Contudo, talvez reconheça as características gerais sobre os ácidos, em que o limão tem sabor azedo e há um ácido nele ou que a *Chuva Ácida* é proveniente da ação de ácidos através da poluição.

O subsunçor pode ser um símbolo, uma imagem, uma afirmação, construtos pessoais, até mesmo uma fórmula, algo que faça sentido perante o estudo realizado. A interação proporciona que o novo conhecimento adquira significado para o sujeito a partir do qual aqueles já existentes serão modificados, transformados. À proporção que o saber prévio serve de base para a nova informação, modifica-se. Logo, a aquisição de novos conhecimentos não se dá pela quantidade de informações recebidas, mas sim, pela interação, pela relação que será ocasionada (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011a).

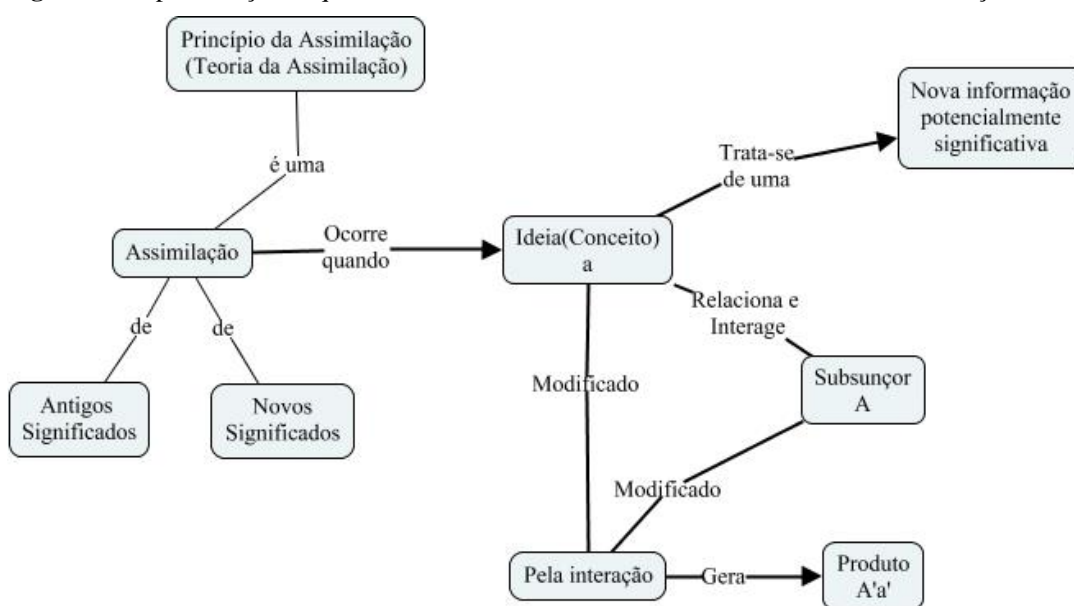
As novas informações vão interagir com os conceitos relevantes e inclusivos, reelaborando e se estabilizando de forma que venha a ser organizada e hierarquizada (NOVAK; GOWIN, 1984). Os subsunçores são um suporte para o novo conhecimento que se deseja reter. A aprendizagem será mais significativa à medida em que o material incorporado ao aprendiz as suas estruturas de conhecimento adquirir sentido, significado, partir da relação com seu subsunçor. A ideia central da teoria de Ausubel é a de que o aprendiz já sabe é o fator primordial para ser o ponto de partida a ser ensinado (NOVAK, 1981).

O processo é interativo e dinâmico, logo se vai adquirindo novos significados, corroborando com os já existentes, em que o conhecimento vai sendo construído. Os subsunçores vão ficando mais estáveis, diferenciados, ou seja, ricos em significado, o que pode facilitar novas aprendizagens. O processo de ensino e aprendizagem deve fazer sentido para o estudante para que haja essa interação, já que o processo deve ser dinâmico (MOREIRA, 2011a).

Com o propósito de salientar e tornar mais claro a ocorrência da ligação entre a nova informação e a estrutura cognitiva, Ausubel introduziu o princípio da assimilação ou teoria da assimilação, que na verdade é a TAS, que busca esclarecer como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva. Para autor, o subsunçor não é somente um objeto em que a informação fica retida, possuindo uma função interativa, facilitando a passagem de informações relevantes através de barreiras perceptivas do indivíduo e fornecendo ligação entre a nova informação recém-percebida e o conhecimento adquirido anteriormente (NOVAK, 1981).

Assim, Ausubel indica que o centro da teoria expressa o processo dinâmico entre o novo material aprendido e os subsunçores já existentes (NAVARRO, 2008). A Figura 1 abaixo está representada através de um mapa conceitual que aborda a teoria. Esse recurso foi justamente fruto do estudo pela organização hierárquica e estrutural que inspirou as pesquisas sobre o seu uso (MILITÃO, 2015).

**Figura 1** - Representação Esquemática de acordo com Ausubel sobre a Teoria da Assimilação



**Fonte:** Elaborado pelo autor através do CmapCloud, 2017.

Conforme a Figura 1, o princípio da assimilação ou teoria da assimilação, trata-se de uma assimilação de antigos e novos significados que contribui para a aprendizagem. O processo ocorre entre uma nova ideia, conceito, fórmula ou proposição potencialmente significativa, denominado de **a**, que se relaciona e interage com outra ideia já estabelecida na estrutura cognitiva do sujeito (subsunçor), intitulada de **A**, onde devido a essa interação ocasiona o produto interacional (subsunçor modificado) **A'a'**. Os mesmos podem adquirir significados adicionais ao longo do tempo. A dissociação entre **A'** e **a'** favorece a retenção de **a'** (MOREIRA; MASINI, 1981).

Consoante Moreira (2012, p. 17):

**a** interage com **A** gerando um produto interacional **a'A'** que é dissociável em **a'+A'** durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente a **A'**, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial. Houve, então, o esquecimento de **a'**, mas que, na verdade, está obliterado em **A'**.

Em seguida, um determinado tempo após a assimilação, os conceitos **A'** e **a'** são dissociáveis. Espontânea e progressivamente as novas ideias vão se tornando menos dissociáveis da estrutura cognitiva, aspecto esse conhecido como *obliterador*, até se obter o subsunçor modificado **A'**. Tal processo é chamado de *subsunção subordinada* ou *aprendizagem*. Retoma-se ao fato do conhecimento prévio ser essencial.

O conhecimento prévio pode nem sempre ajudar, podendo funcionar como um obstáculo epistemológico, conforme Bachelard, já que nem sempre é uma variável facilitadora. Um exemplo é considerar o átomo como um sistema planetário em que isso dificulta o entendimento do estudante referente à estrutura do átomo na ótica da Mecânica Quântica (DUIT, 1999). Isso obstaculiza enormemente a AS do assunto. É necessário verificar esse obstáculo e superá-lo a fim de que o saber científico seja predominante no ensino (BACHELARD, 1996).

Vale ressaltar que deve haver a transformação do conhecimento químico em conhecimento escolar. As bagagens culturais, assim como os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, devem ser consideradas com o intuito de facilitar o processo de ensino tendo em vista o processo organizacional dos conteúdos de Química, considerando os obstáculos já existentes (LEAL, 2009). Caberá ao professor intervir para que o saber prévio não se torne um obstáculo e, caso seja, conforme mencionado, deve ser superado.

O professor pode preferir uma abordagem fenomenológica de discussão na área da Química para gerar o espírito de dúvida, assim estará em conformidade com o espírito

científico (RONCH; DANYLUK; ZOCH, 2016). Os estudantes já possuem conhecimentos empíricos prévios no qual a ruptura que ele propõe não deva ser interpretada como se o saber empírico fosse desconsiderado, no caso, a epistemologia bachalerdiana, de acordo com Lôbo (2008, p. 93): “[...] advoga a necessidade de uma dispersão de concepções filosóficas, um pluralismo filosófico para traduzir o pensamento científico em toda sua complexidade”. Por conseguinte, o conhecimento prévio deve ser considerado no âmbito escolar para que possa haver uma AS.

Masini (2011, p. 17) aponta que a TAS visualiza a educação através de relações de várias vertentes:

Relação do homem com o mundo que o cerca; relação de quem ensina com aquele que aprende; relação do compreender de quem ensina com o compreender de quem aprende; relação do conteúdo a ser ensinado com o que aquele que aprende já conhece; relação do que se propõe Ensinar com as condições de quem vai aprender – seus interesses, nível de elaboração, representações e conceitos disponíveis nessa programação de ensino.

As relações mencionadas acima dentro do contexto escolar se dão, respectivamente, entre o estudante e a comunidade, entre o professor e o estudante, onde o primeiro é o grande mediador nesse processo, entre o conhecimento prévio e o subsunçor existente na estrutura cognitiva de quem aprende, entre a potencialidade do conteúdo e o subsunçor específico tendo em vista o uso de um material potencialmente significativo, e, por fim, o contrato didático que deve existir dentro do ensino.

É importante realçar que a AS se caracteriza por uma interação entre os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do sujeito com as novas informações abordadas. Esse processo não ocorre por uma mera assimilação. Conforme Moreira (1999, p. 13):

Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma espécie de hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a (e assimilados por) conceitos, a ideias, a proposições, mais gerais e inclusivos. Essa organização decorre, em parte, da interação que caracteriza a aprendizagem significativa.

Para que o estudante possa ter uma AS a investigação deve se fundamentar na sua própria ação. É ele que deve agir na tentativa de interligar esses novos conceitos propostos em sua estrutura cognitiva perante aquilo que já sabe (AUSUBEL, 2003). Contudo, tal processo não ocorre de forma deliberada, sendo de suma importância que o professor intervenha no ensino, ocasione a reflexão, os conhecimentos prévios, a argumentação e a discussão, pois são estes fatores que movimentam o estudante a ancorar os novos conceitos.

Caso não haja conhecimentos prévios, ou os mesmos não sejam adequados a respeito de um determinado assunto, é sugerido como estratégia, como facilitação, a elaboração de organizadores prévios, um recurso instrucional a partir do qual serão elaborados para servirem de ancoradouros para os conhecimentos a serem adquiridos, no caso, poderão suprir a deficiência de subsunçores (AUSUBEL, 2003; NOVAK, 1981). Eles podem ser considerados segundo Moreira (2009, p. 14):

[...] materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material. Não são, portanto, sumários, introduções ou "visões gerais do assunto", os quais são, geralmente, apresentados no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que os segue, simplesmente destacando certos aspectos.

Ele pode ser um filme, uma situação-problema, uma leitura de capítulo ou qualquer outro meio, assim como aulas que precedem outras. O ideal é que essas formas precedam a apresentação do material de aprendizagem e que sejam mais abrangentes com um nível de abstração maior. O organizador prévio tem como função primordial servir com ponte entre o saber que o aprendiz já conhece e aquele que deve ser introduzido (NOVAK, 1981). Os mesmos ajudarão a notar que os conhecimentos adquiridos estarão interligados com aqueles que já sabiam.

Na perspectiva da TAS, os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva é o fator principal que afeta a aprendizagem e a retenção dos novos conhecimentos (MOREIRA, 2012). Para verificar se há ou não AS é necessário assegurar se os significados construídos pelo sujeito cognoscente ficaram com o mesmo. Diante disso, o que faz com que o estudante solucione as questões não é de fato o contexto das mesmas colocadas diante dela, mas sim, a ocorrência de aprendizagem com seus significados (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2009).

Moreira (2012) afirma, do ponto de vista ausubeliano, que existem duas condições para que possa ocorrer a AS, que são: o material que será utilizado, seja livro, aplicativos, *softwares*, jogos, vídeos, dentre outros, deve ser potencialmente significativo e que seja relacionável de maneira não-literal e não-arbitrária à estrutura cognitiva do estudante; o estudante deve relacionar os novos conhecimentos através do material com os seus conhecimentos prévios relevantes existentes em sua estrutura cognitiva e, para isso, precisa ter predisposição para aprender.

Se por um lado os professores devem aperfeiçoar a sua prática pedagógica na sala de aula, de modo a acompanhar a velocidade das transformações científicas, tecnológicas e

sociais que se estabelecem, por outro, os estudantes precisam se sentir estimulados e dispostos a aprender. Há necessidade de agir sobre o meio educacional, de modificá-lo, de organizá-lo (DEWEY, 1980). Em outras palavras, tal predisposição ocorre quando se está interessado em aprender os conteúdos que foram expostos de forma que sua intenção não seja de memorização.

A primeira condição é altamente dependente do saber prévio, já que sem ele o novo saber não será potencialmente significativo (MOREIRA, 2010). Quanto à natureza do material, as ideias relevantes devem estar situadas “[...] dentro do domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material poderá se relacionar” (MOREIRA, 1999, p. 21).

Vale destacar que é o estudante que atribui significados aos materiais que poderão ser utilizados e os significados que forem adquiridos podem não ser aqueles que foram aceitos no contexto da matéria de ensino.

Considerando-se a formação do espírito científico, trona-se substancial conhecer as etapas de trabalho realizadas por um cientista, pois isso contribui para a formação. Conforme Kasseboehmer e Ferreira (2013), há três fatores que contribuem isso: conhecimento sobre a natureza das ciências em que a elaboração de hipóteses e estratégias para analisá-las fazem parte desse processo, o domínio dos conceitos científicos da teoria abordada e a disposição para a imersão em problema científico.

A predisposição para aprender, para o exercício de pensar, é uma condição necessária para a formação do espírito científico (BACHELARD, 1996). Além disso, conforme mencionado, é um dos requisitos para que haja AS.

Em relação ao professor, principal mediador nesse processo, há quatro etapas a serem desenvolvidas a fim de que exista uma AS, que são: definir a estrutura conceitual do conteúdo, sua organização conceitual e princípios hierárquicos; identificar quais os subsunçores relevantes para a aprendizagem do conteúdo; detectar os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do estudante a fim de que auxiliem no aprendizado; e, por fim, a utilização de recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria e uma nova organização da estrutura cognitiva de acordo com a área de conhecimentos (MOREIRA, 1999).

É considerável compreender, perante Masini (2011), que a aprendizagem ocorre de acordo com as características particulares intrínsecas dos sujeitos, como a individualidade de

cada um e a propensão a compreender imbricado na relação do ser que aprende com o objeto do conhecimento e na interação entre o professor e o aprendiz, respeitando o contexto sócio-cultural no qual pertencem.

O professor precisa estar conscientizado do processo relacional em que está contido como participante para que possa acompanhar significativamente o sujeito cognoscente, ou seja, o “Ato de aprender entendido como ação do sujeito que aprende em seu processo de aprendizagem e a consciência do que realiza” (MASINI, 2011, p. 17).

Caso os conceitos estabelecidos pela TAS não sejam realizados, não aconteçam, haverá um tipo de aprendizagem denominada de mecânica (automática), na qual os novos conceitos a serem aprendidos não estarão relacionados à estrutura cognitiva (GUIMARÃES, 2009). Moreira (2011a) explana que: “Na aprendizagem mecânica, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo” (p. 130). Logo, foge ao conceito de AS e o estudante é um receptor passivo no âmbito escolar.

## **2.2 Aprendizagem Mecânica x Aprendizagem Significativa**

Caso o conhecimento adquirido não tenha significado, isso implica que a interação não foi realizada de forma significativa com a estrutura cognitiva. O estudante pode até ser capaz de reproduzir o que aprendeu mecanicamente, contudo, não significação consistente para o mesmo. Pode acontecer que um subsunçor bem elaborado e rico de informações relevantes, com muitos significados de fácil entendimento e claros se oblitere ao longo do tempo no sentido em que se perde a clareza dos significados, discerníveis uns dos outros.

À medida que um subsunçor não está sendo tão utilizado, ocorre essa obliteração, perda de significados. Conforme Moreira (2012, p. 4):

A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir.

O esquecimento de qualquer conteúdo se trata de um processo normal do funcionamento cognitivo. Todavia, a reaprendizagem é possível e moderadamente rápida caso haja AS, caso contrário, será uma aprendizagem mecânica. Até mesmo os professores que estão fora da sala de aula por muito tempo pode ocorrer isso. A AS não implica que o sujeito nunca esquecerá, contudo, não é um esquecimento total, mas sim uma assimilação obliteradora em que há uma continuação da AS de maneira natural sem que haja

esquecimento total e não há perda de significados. Caso o esquecimento seja total, é possível que tenha sido uma aprendizagem mecânica (NOVAK; CAÑAS, 2010).

De acordo com o trabalho de Pontes Neto (2001), há vantagens em se promover a AS sobre a aprendizagem mecânica, como, por exemplo, permitir o enriquecimento dos conceitos integradores condicionando o favorecimento das assimilações subsequentes, retenção por mais tempo do saber científico, favorecimento do pensamento criativo pelo maior nível e transferibilidade do conteúdo aprendido, o favorecimento do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento, dentre outras.

Moreira (2012) assevera que a aprendizagem do tipo mecânica é aquela que mais é promovida e incentivada nas escolas, puramente memorística, em que o esquecimento é rápido em relação ao saber científico já que os conteúdos ficam soltos ou ligados à estrutura mental de forma fraca.

Entretanto, a AS e a aprendizagem mecânica não se referem à uma dicotomia, na qual a última, muitas vezes, é necessária, inevitável no caso de assuntos ou conceitos totalmente novos para o processo de aprendizado, a fim de adquirir o conhecimento. Contudo, posteriormente, ela poderá ser transformada em significativa na medida em que as novas informações adquiridas vão se transformando em subsunçores relevantes para a nova aprendizagem (MOREIRA, 1999).

Entretanto, o professor deve estar atento à mobilização da ânsia do estudante em relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva com o intuito de não incorrer no risco de se ter uma mera aprendizagem mecânica e sem significado, mesmo quando o conteúdo for potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003).

Caso a disposição para aprender esteja em evidência e o material que vem a ser planejado seja potencialmente significativo, haverá uma AS, do contrário, será obtida apenas uma aprendizagem mecânica. Essa transição não é natural, quiçá automática perante as condições mencionadas (MOREIRA, 2012). Adicionalmente, Novak e Gowin (1984) reforça que a AS deve sempre se sobressair.

Ausubel (2003) propõe que o conteúdo adquirido tem que estar claro e que o aprendiz deve ter competência em transferi-lo a novas situações em que, dessa forma, será evitada a “simulação de aprendizagem”. É necessário utilizar situações que sejam novas, ou seja, diferentes das usadas em sala de aula, para potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Assim, o aprendiz conseguirá interagir, relacionar os novos conhecimentos

com os já adquiridos anteriormente. O processo de compreensão e aprendizagem depende do que ele já sabe (NAVARRO, 2008).

Segundo Lemke (2006), é necessário oferecer uma educação científica que faça com que os estudantes possam ter outras formas de ver o mundo a favor da habilidade de desenvolver seu pensamento crítico perante o cenário atual vigente. O desenvolvimento de novas metas é imprescindível e deve contribuir dentro do processo de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente, para a sociedade e a vida das pessoas.

É importante que a aprendizagem adquirida seja para toda a vida, que dure o máximo possível, condicionada a debates, análises, críticas e reflexões em proveito de beneficiar positivamente todos que o cercam.

### **2.3 Aprendizagem por recepção x Aprendizagem por descoberta**

Há uma outra distinção de formas de processamento segundo a TAS entre aprendizagem por recepção (receptiva) e aprendizagem por descoberta (descobrimento), a partir da qual esses tipos passam a se referirem à maneira como o sujeito receberá os conteúdos que deverá aprender. A primeira diz respeito a que o aprendiz adquire o conhecimento a ser aprendido já na sua forma final, com todas as definições e significados, contudo, não significando que a aprendizagem esteja associada ao ensino tradicional (MOREIRA, 2012).

Já na segunda, existe a descoberta, ou seja, é necessário que se descubra o que irá aprender. Do ponto de vista didático, pode ser relevante e adequada a aprendizagens relacionadas a procedimentos científicos, por exemplo. Mesmo sendo diferentes, é necessário que haja a incorporação da nova informação de forma não arbitrária e não-literal à estrutura cognitiva para que ocorra uma AS (MOREIRA; MASINI, 1981).

Santos (2017) ressalta que, conforme os estudos de Ausubel, a aprendizagem por descoberta não leva de imediato a uma AS. Para tanto, é necessário a interação com subsunçores já existentes, de maneira não literal e não arbitrária, caso contrário, o que será aprendido ocorrerá de forma pronta, o que remete à aprendizagem mecânica. Consoante Moreira (2009), a aprendizagem por recepção também pode ser mecânica caso não atente aos preceitos da TAS.

Moreira (2009), para exemplificar esse estudo, cita como exemplo o uso de quebra-cabeças por ensaio e erro, que é um tipo de aprendizagem por descoberta em que o assunto descoberto (a solução) é incorporado de maneira arbitrária à estrutura cognitiva, logo,

aprendido mecanicamente. Por outro lado, a fim de exemplificar dentro da área da Química, em uma fórmula química o estudante pode aprender significativamente sem que tenha que descobri-la, onde possa recebê-la de forma pronta, sendo capaz de compreender e utilizá-la desde que tenha os subsunçores adequados em sua estrutura cognitiva, logo, não faz jus à aprendizagem mecânica.

Moreira (1999) ressalta que caso o objetivo proposto seja simplesmente fazer com que o estudante aprenda um determinado conteúdo, a aprendizagem que deve ser levada em consideração deverá ser a receptiva. Em relação à aprendizagem por descoberta, pode ser bastante adequada para aulas envolvendo experimentação, desde que haja a zona intermediária entre esses dois tipos, ou seja, que no âmbito escolar existam momentos para descobrir o que será aprendido, assim como a apresentação dos conteúdos na sua forma finalizada.

Dessa forma, os tipos de aprendizagem também não se constituem em uma dicotomia, no caso, é ideal que ocorram de forma concomitante (MOREIRA, 1999). É necessário que se trabalhe na “zona cinza” em que a aprendizagem por descoberta dirigida, em que há uma instrução individual bem programada, é bastante defendida por Bruner (1973 *apud* MOREIRA, 2012) que pode ser bastante adequada para as aulas de laboratório. Para que possa ser afirmado se houve aprendizagem por descoberta, por recepção ou na zona intermediária, é necessário frisar a presença do pesquisador desde o começo do processo de intervenção (MOREIRA, 2009).

## **2.4 Princípios facilitadores da AS**

Há dois processos que são os princípios programáticos facilitadores da AS que são denominados de diferenciação progressiva e reconciliação integradora ou integrativa. Esses processos caracterizam a estrutura cognitiva que é constituída de uma estrutura dinâmica de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados (MOREIRA, 2005).

A diferenciação progressiva é o processo no qual as ideias mais gerais, amplas, inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas no início do ensino e, paulatinamente, distinguidas em termos de detalhes e especificidades (MOREIRA; MASINI, 1981).

O conceito, uma proposição ou uma ideia, deverá ser trabalhado desde o início, no caso, o aspecto mais importante. Em seguida, deve ser trabalhada através de exemplos, atividades e/ou situações. É indispensável retomar o assunto através de sucessivas interações

para que haja o favorecimento da sua progressiva diferenciação. Novos significados de forma contínua serão atribuídos a um dado subsunçor perante esse processo (MOREIRA, 2011a).

Segundo Novak e Gowin (1984, p. 114), a diferenciação progressiva: “[...] estabelece que a aprendizagem significativa é um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações (ligações preposicionais)”. Aprendendo de maneira significativa, ocorre a diferenciação progressiva de significados dos novos saberes adquiridos no qual é percebida a diferença entre os mesmos. Os conceitos são enriquecidos de maneira permanente (MOREIRA, 2005, 2011a, 1999).

A reconciliação integradora (integrativa) acontece de forma simultânea à diferenciação progressiva, que consiste em integrar significados, esclarecer problemas, devendo ser exploradas relações entre conceitos e proposições, reconsiderando as diferenças e semelhanças dos conceitos em um prisma mais global, reconciliando as diferenças reais ou aparentes entre um determinado conceito de modo a instigar a reestruturação cognitiva do estudante durante o processo (MOREIRA, 2005; 2011a; NOVAK; GOWIN, 1984).

O sujeito cognoscente vai diferenciando progressivamente e reconciliando integrativamente os novos conhecimentos em interação com os já existentes à medida que a AS acontece. De acordo com Moreira (2012, p. 42): “Através desses processos, o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, a sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos”. A hierarquia mencionada diz respeito a que os subsunçores são mais gerais, mais inclusivos, sendo que não é de forma permanente, à medida que a proporção que os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa ocorrem a estrutura cognitiva vai se modificando.

Tratam-se de processos fundamentais da teoria que são vias de uma dinâmica importante na construção da AS. Fato esse abordado no trabalho de Acácio (2017), no qual a AS acontece de forma mais fácil à medida que os conceitos forem abordados desde o começo da intervenção e, paulatinamente, vai se promovendo a diferenciação nas especificidades, ou seja, existe uma ideia de hierarquização.

Conforme abordado no trabalho de Lima *et al* (2017), à medida que o estudante consegue explicitar a reconciliação integradora, deve ser considerado, também, que houve uma diferenciação progressiva, fato esse confirmado através dos trabalhos de Moreira. Uma maneira de avaliar essa ocorrência é através da elaboração de MC como ferramenta potencializadora para o ensino (JESUS, 2017; LIMA *et al.*, 2017).

## 2.5 Formas de aprendizagem significativa: subordinação, superordenação e combinatória

Conforme Moreira (2012), há três formas de AS no qual os novos conhecimentos podem interagir com os saberes prévios existentes na estrutura cognitiva, que são: por subordinação (subordinada), por superordenação e de modo combinatório. Das três formas, a mais comum de ocorrer é primeira. A aprendizagem subordinada acontece quando os novos saberes potencialmente significativos adquirem significados por meio da interação com os subsunçores relevantes mais gerais e inclusivos. Ausubel, quando se refere ao referido processo, chama-o de *subsunção*, do inglês *subsumption*. Trata-se de uma subordinação do novo saber à estrutura cognitiva (MOREIRA, 2009).

Caso o estudante não tenha uma ideia mais ampla do assunto abordado, poderia buscar semelhanças e diferenças sobre o conteúdo, ou seja, inter-relacionar o mesmo, fazer ligações com outros aspectos que sejam condizentes com ele, com outros conceitos até chegar a um pensamento indutivo do conteúdo. Trata-se de uma aprendizagem superordenada.

A partir do momento que ocorre essa elaboração de subsunçores é também possível a interação entre os mesmos. Conforme Moreira (2012, p. 37): “A aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem”. Acaba-se por originar conceitos mais amplos, abrangentes das ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva.

Por fim, a aprendizagem combinatória pode ser entendida como um caso em que o significado é adquirido de uma maneira geral, por um conhecimento mais amplo, e não apenas por um saber prévio já existente na estrutura cognitiva. Não há um papel de subordinação, tampouco superordenação, pois não se liga a conceitos específicos da estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011a).

Conforme Moreira (2009, p. 23): “É como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo, de uma maneira geral, e não com aspectos específicos dessa estrutura [...]”. A ideia nova e as ideias já estabelecidas não estão relacionadas hierarquicamente, porém, encontram-se no mesmo nível, não sendo nem mais específica nem mais inclusiva do que outras. Ao contrário das outras aprendizagens abordadas, esse tipo não é relacionável a ideias particulares existentes na estrutura cognitiva.

Para exemplificar, de acordo com os trabalhos de Giani (2010), Jesus (2015), Santos (2017), Vieira (2012) e Acácio (2016), a TAS esteve sempre voltada para a aprendizagem, como ela ocorre na sala de aula, no cotidiano da grande maioria das escolas, em que se deve

estar atento em mapear se há na estrutura cognitiva dos alunos os subsunçores adequados, já que aqueles que não fazem sentido não são relevantes dentro do contexto escolar.

De acordo com Moreira (2012, p. 18):

Resumindo, o aluno aprende a partir do que já sabe. É a estrutura cognitiva prévia, ou seja, conhecimentos prévios (conceitos, proposições, ideias, esquemas, modelos, construtos...) hierarquicamente organizados a principal variável a influenciar a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Um corolário óbvio desta premissa é que qualquer intendo de facilitar a aprendizagem significativa em situação formal de ensino deve tomar como ponto de partida o conhecimento prévio do aluno no campo conceitual em questão.

Assim, conforme os estudos de Ausubel, compreender um conceito implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis e que ao testar a compreensão conceitual dos estudantes podemos detectar que houve uma mudança na estrutura cognitiva dos mesmos (MOREIRA, 1999).

Destarte, perante o trabalho realizado por Jesus (2015), é importante a realização de pré-testes como uma das maneiras de se mapear quais os subsunçores disponíveis para ensinar determinado conteúdo, e dos MC, que possibilitam observar a nova estrutura conceitual dos estudantes após a o término do trabalho, considerando-se a AS.

Segundo Moreira (2005), há estratégias facilitadoras, como os organizadores prévios, conforme já discutidos, e os MC. Os MC são abordados no próximo capítulo, já que é uma das ferramentas utilizadas para buscar indícios de uma AS.

### 3 – MAPAS CONCEITUAIS

Uma estratégia facilitadora para que ocorra a AS é o uso de Mapas Conceituais (MC), que representam o saber. Contudo, caso sejam mal utilizados, poderão levar à aprendizagem mecânica em que os estudantes apenas passam a decorá-los como corretos. Nas próximas seções, será discutido acerca do seu funcionamento, assim como os elementos existentes no mesmo. Também há uma seção de como usá-lo para avaliação.

#### 3.1 Estudo e Construção de um Mapa Conceitual

Os MC foram desenvolvidos na década de 1970 pelo professor Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, baseado fortemente na TAS de Ausubel (MOREIRA, 2010; SEQUEIRA; FREITAS, 1989). Conforme Moreira (2011a), os MC, também denominados de mapas de conceitos, são diagramas que indicam as relações entre os conceitos, ou entre as palavras e/ou frases que são utilizadas para representá-los.

Vale citar que Ausubel não aborda o tema em sua teoria. Em suma, os MC são organizadores gráficos que facilitam a AS, situação em são ferramentas válidas para representar o conhecimento que auxilia na retenção, assim como na recuperação de informações (AGUIAR; CORREIA, 2013; ROVIRA, 2016).

Perante estudos realizados, é mostrado a importância para se promover a AS através desse recurso, já que se tem revelado como um alto potencial para facilitar a negociação, aquisição e construção de significados. Nos trabalhos realizados por Jesus (2015), Rodrigues (2016), Conceição (2016), Lima *et al* (2017) e Militão (2015), o uso de MC dentro do processo de ensino e aprendizagem para promover a AS tem sido satisfatório diante dos resultados apresentados. Podem funcionar como recursos de obtenção de evidências de AS e até avaliar os saberes prévios que os sujeitos possuem sobre os conteúdos (MENDONÇA; CORDEIRO; KIIL, 2013).

Conforme Tavares (2007), os MC apresentam marcas visuais e espaciais, já que são ferramentas gráficas que condicionam a uma seleção ou categorização. O uso de mapas e textos podem transmitir informações de forma que os sujeitos possam entender o saber científico. Porém, o uso do primeiro tem se mostrado mais efetivo para corroborar a integrar as informações fornecidas.

O estudo de O'Donnell, Dansereau e Hall (2002) comprovam que “mapas de conhecimento” facilitam a aprendizagem em que os indivíduos localizam mais informações e

recordam mais princípios dos conteúdos abordados através do uso de mapas ao invés de textos meramente informacionais. Os estudantes recordam mais ideias centrais dos conteúdos através de MC.

Em relação à forma dos MC, eles são constituídos por relações significativas entre os conceitos, geralmente colocados dentro de figuras geométricas, e as relações entre os mesmos são indicadas através de linhas que os interligam (NOVAK; CAÑAS, 2010; ROVIRA, 2016). Novak assevera que o mapa organiza e representa conceitos (RODRIGUES, 2016). O mapa é um recurso esquemático de um conjunto de significados incluídos numa estrutura de proposições, que é uma característica particular dele.

Essas são constituídas por um ou dois termos conceituais ligados por palavras-chave (termo de ligação) ou frases de ligação escritas sobre as linhas de modo a formar unidade semântica de forma clara (NOVAK; GOWIN, 1984). As proposições expressam a relação conceitual existente. Elas são de suma importância na confecção do mapa (AGUIAR; CORREIA, 2013).

Segundo Moreira (2010, p. 1): “Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los”. No mapa é interessante verificar quais são os conceitos mais importantes que geralmente ficam no topo. Embora ainda tenham normalmente uma organização hierárquica e, continuamente, incluam setas nas linhas, os MC não devem ser confundidos com mapas mentais que são associacionistas.

Esses são potencialmente infinitos, ou seja, não há relação de conceitos, tampouco uma organização hierárquica, são associações livres de palavras, imagens ou tudo o que o sujeito pensar. As setas podem facilitar a leitura para que a proposição seja clara, compreensível. Moreira (1999) alerta que o uso exagerado de setas no mapa pode deixá-lo bem parecido a um fluxograma, situação que distorce o mapa.

Outros tipos de mapas, por exemplo, que não devem ser confundidos com MC, são os organogramas que representam uma hierarquia de poder e os fluxogramas (diagramas de fluxo), geralmente usados na área da Informática, que é uma representação esquemática de um processo, enfatizando sequência, direção e sentido necessários para a execução do mesmo (MOREIRA, 2010; TAVARES, 2007). Esses tipos de representações, dentre outras, não contribuem para haja a ocorrência de uma AS, já que não fazem jus à teoria ausubeliana (NOVAK; GOWIN, 1984).

A AS acontece quando novos conceitos ou significados conceituais são englobados sob outros conceitos mais amplos, mais inclusivos. Logo, os MC devem ter essa hierarquia,

em que os conceitos mais gerais e inclusivos devem estar no topo do mapa e os menos específicos hierarquicamente são dispostos abaixo (NOVAK; CAÑAS, 2010). O uso das linhas, independente do comprimento e da forma, ligando os conceitos, significa que há, para quem fez o mapa, uma relação entre eles.

Geralmente, são utilizadas figuras geométricas para traçá-los, contudo, o tipo que for escolhido, seja círculo, retângulo, triângulo, hexágono, dentre outros, é irrelevante (MOREIRA, 2010). O mais importante na sua construção é apresentar com clareza os significados que foram atribuídos aos conceitos, assim como as relações entre eles dentro do contexto considerado em sala de aula.

Em suma, os MC contêm quatro componentes principais: os conceitos, as relações entre conceitos, a hierarquia e as ligações cruzadas entre diferentes estruturas. A identificação de tais estruturas por parte do estudante poderá indicar quais são os conhecimentos prévios necessários ao aprendizado de novos conceitos para que possa ocorrer a AS (SEQUEIRA; FREITAS, 1989).

Vale retomar que as relações que devem existir no mapa são formadas pelas linhas direcionadas geralmente com setas que devem conter palavras-chave e/ou frases, cuja função é explicitar a natureza das mesmas (MOREIRA, 1997).

As relações podem ser *cross links* (ligações cruzadas), que facilitam a identificação como um conceito em um domínio de conhecimento representado no mapa vem a se relacionar a outro conceito em um domínio ali representado. Tratam-se de proposições que se estabelecem entre os conceitos que se encontram em distintos segmentos de conteúdo.

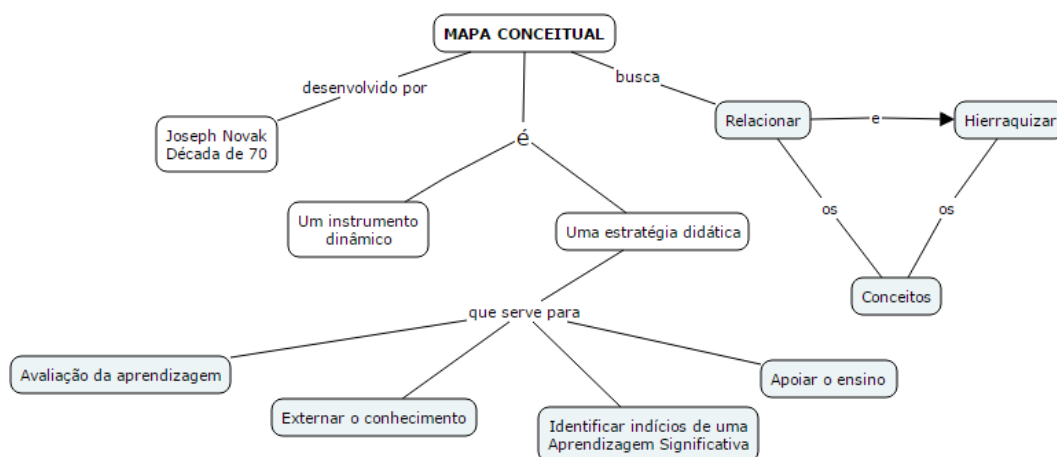
As ligações cruzadas, muitas vezes, na elaboração do saber novo, representam saltos criativos por parte de quem o elabora, ou seja, estimula o pensamento criativo (NOVAK; CAÑAS, 2010; TAVARES, 2007).

Nos MC podem haver exemplos específicos sobre o tema abordado em que ajudam a esclarecer qual o sentido apresentado por um determinado conceito. No caso, os exemplos não representam conceitos, já que são eventos específicos sobre o tema em questão (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Por exemplo, caso o tema a ser trabalhado seja *água*, poderia ser citado sua utilidade para as plantas e para os animais, dentre outras finalidades. Ou seja, estaria sendo exemplificado em quais aspectos a mesma é viável para ser utilizada. No trabalho realizado por Rodrigues (2016), são dados exemplos práticos no decorrer da explicação teórica sobre o tema trabalhado com os estudantes a fim de facilitar o entendimento do tema.

Outro elemento utilizado nos MC é a questão focal ou pergunta focal em que é aquela que irá condicionar a construção do mapa. A utilização dessa questão é uma excelente maneira para delimitar o assunto que será estudado para que não haja distanciamento do assunto em questão (AGUIAR; CORREIA, 2013). Tal aspecto ajuda na seleção dos conceitos a serem utilizados, assim como dos termos de ligação mais relevantes durante o processo de confecção. Na Figura 2 segue um mapa elaborado através do programa chamado *Cmap Cloud*, que explana sobre alguns conceitos abordados neste estudo sobre o tema:

**Figura 2** - Representação esquemática do MC elaborado através do Cmap Cloud



**Fonte:** Autor, 2017.

Progressivamente, os MC costumam ser lidos de cima para baixo. A questão focal no mapa acima é “Uma visão geral sobre Mapa Conceitual” e as linhas unem os conceitos abordados no decorrer deste estudo, conforme mencionado, logo, a leitura começa a partir dessa direção. Acima, são formadas por palavras e/ou expressões com classificação morfológica diferentes, fato não tão importante. Como abordado, é uma estratégia didática que serve para a avaliação da aprendizagem, externar o conhecimento, identificar indícios de uma AS e apoiar o ensino.

Os MC são um instrumento dinâmico em que para um mesmo tema podem ser elaborados diferentes mapas. Não há um modelo único considerado “correto”, já que cada estudante irá externalizar seus conceitos de maneira ímpar, resultado da sua própria maneira de ver, sentir, agir e aprender, sendo produzido a partir dos conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva. O professor também não pode apresentar um mapa afirmando ser a única maneira de representar o conteúdo (MOREIRA 2011a).

O uso de lápis e/ou caneta e papel já são suficientes para a construção de um mapa. Todavia, os usos de recursos tecnológicos na educação podem facilitar essa tarefa e

proporcionar uma visualização mais atraente, como, por exemplo, o uso do *software CmapTools*, exemplificado por Davies (2011), utilizado por Lima et al (2017) e abordado por Novak e Cañas (2010), ou o *software Cmap Cloud*, ambos programas gratuitos que permitem a construção. É preciso destacar que o importante não é o produto final, mas sim o processo de confecção do mapa em que ao fazer e refazer o estudante pode refletir sobre seus processos cognitivos (MOREIRA, 2010).

É necessário que haja uma explicação a respeito do mapa construído, já que não são autoexplicativos e não foram projetados para esse desígnio, portanto, requer uma explicação de quem fez o mapa. Os estudantes explicando irão externalizar os significados e os MC são justamente adequados para tal finalidade (MOREIRA, 2011a).

Abaixo, segue um roteiro de construção de um mapa conceitual de maneira sucinta de acordo com Moreira (2011a):

- a) Identificar os conceitos principais dos conteúdos que vai mapear. Limitar entre 6 a 10 conceitos. Ordená-los colocando os mais gerais no topo do mapa e ir agregando os demais até completar o diagrama. É importante ter uma ideia da situação na qual os conceitos estão sendo usados.
- b) Conectar os conceitos com linhas e as rotule com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. A junção desses devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.
- c) Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação. Retoma-se o fato que muitas setas se referem à um diagrama de fluxo.
- d) Evitar palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Buscar relações horizontais e cruzadas.
- e) A reconstrução de um mapa é sempre válida para deixa-lo mais compreensível, como, também, coerente com o saber científico. Não há um único modo de traçar um mapa à medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos ou à medida que aprende o mapa também muda.
- f) Compartilhar o mapa com os colegas e examinar o mapa deles. Perguntar o que significam as relações. Questionar a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que julga fundamentais. Isso ajuda na apreensão do saber.

Conforme mencionado, é um recurso para a aprendizagem a partir do qual se proporciona ao estudante reconciliar, integrar e diferenciar os conceitos. As novas ideias são aprendidas à proporção que há pontos de ancoragem nos quais as modificações acontecem na estrutura cognitiva (NOVAK; GOWIN, 1984).

Conceição (2016) afirma que os MC oportunizam o monitoramento de uma construção conceitual que envolve a interação entre os subsunçores com os novos conceitos a serem aprendidos. Um mapa pode ser usado, também, como instrumento de avaliação por possuir caráter individual, em que expõem o sujeito a perceber e relacionar os conceitos abordados em sala (NOVAK; GOWIN, 1984).

### **3.2 Mapas conceituais como instrumentos de avaliação**

Conforme mencionado, o uso dos MC possibilita ao professor a identificação de estruturas conceituais dos estudantes, o que contribui na intervenção na sua reorganização e ampliação, o que ajuda na TAS em que o novo conhecimento e o subsunçor irão se inter-relacionar (SEQUERIA; FREITAS, 1989). Vale destacar que os mapas podem ser utilizados de diversas maneiras no âmbito escolar, como na elaboração de uma proposta curricular e avaliação da aprendizagem, por exemplo (NOVAK; GOWIN, 1984). Segundo Moreira (2010, p. 17):

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno.

Nas situações tanto de ensino e/ou instrumento de avaliação, os mapas, segundo Rodrigues (2016), podem ajudar o estudante a tornar explícito os conceitos ou proposições aprendidas, além de mostrar as ligações entre os novos saberes com os subsunçores; ajudam o professor a determinar as etapas para a organização de significados e identificar conceitos mais relevantes; permitem separar a informação significativa daquela trivial e permitem, ao estudante, compreender seu papel como sujeito ativo e esclarecem o papel do professor criando uma atmosfera de aprendizado recíproco.

Conforme Moreira (2011a), a análise de MC é qualitativa e cabe ao professor procurar interpretar as informações dadas pelos estudantes para que possa obter evidências de uma AS. Durante a construção do mapa, o professor pode até mesmo intervir em tempo real auxiliando em possíveis dúvidas e, dessa forma, o estudante poderá desenvolver habilidades e

competências. As explicações que serão dadas pelos estudantes, conforme mencionado, ajudarão nesse processo. O professor não pode exigir deles um mapa correto, uma vez que poderá acarretar em uma aprendizagem mecânica, automática.

Vale destacar que pode haver uma autoavaliação por parte do estudante no momento da construção do mapa, pois caso tenha uma grande dificuldade na elaboração, poderá concluir que não está entendendo o conteúdo abordado em sala. Logo, não teve uma aprendizagem satisfatória e poderá buscar formas para que entenda de fato o conteúdo proposto. Retoma-se novamente a presença do professor como mediador imprescindível nesse processo de ensino de aprendizagem.

O trabalho de Aguiar e Correia (2013) apresenta quatro parâmetros de referência a fim de relacionar a teoria com a prática, cujo objetivo é caracterizar bons MC. Os parâmetros são: a clareza semântica das proposições, a questão ou pergunta focal, a organização hierárquica dos conceitos e as revisões contínuas. Em relação às proposições, a falta de palavras-chave ou frases de ligação pode impedir que haja entendimento da relação entre os conceitos. É necessário que haja a presença de um verbo para que possa ser classificado como proposição. Caso a questão focal não esteja declarada, a avaliação será prejudicada.

No tocante à organização hierárquica, que é a forma em que o mapa deve ser organizado, situação em que a compreensão do conteúdo apresentado é maior caso contemple essa hierarquia. Ela serve para a representação dos níveis cada vez mais detalhados dos conceitos. O último parâmetro diz respeito as revisões contínuas, conforme Aguiar e Correia (2013, p. 149):

As revisões contínuas possibilitam ao mapeador reler as proposições, refletir sobre sua clareza e iniciar um processo de reconstrução das mesmas. Isso significa que o MC nunca está pronto, mesmo porque o aprendizado é um processo permanente que leva a mudanças nas relações conceituais. O caráter dinâmico do processo de revisão contínua rompe com o paradigma da resposta única e certa, frequentemente utilizado na avaliação da aprendizagem.

É de suma importância as revisões contínuas para que o saber seja sempre aperfeiçoado, já que a aprendizagem é um processo que não para, pois está sempre em mudança. Isso mantém, também, a validade do mapa no processo de ensino e aprendizagem perante a sua possível atualização. Por isso, é necessário que haja uma formação com os estudantes e professores para a sua elaboração.

Foi desenvolvido um trabalho por Tavares (2007) de classificação dos MC a fim de avaliar quanto ao seu formato em que elencou quatro tipos considerados principais, que são: aranha, fluxograma, entrada e saída e hierárquico.

Segue, na próxima página, o Quadro 1 explanando sobre os mesmos e abordando a forma como são organizados, suas vantagens e desvantagens.

**Quadro 1-** Explicação sobre os tipos de mapas quanto ao seu formato proposto por Tavares (2007)

Tipos	Organização	Vantagens	Desvantagens
<b>Aranha</b>	Coloca-se o conceito geral no meio do mapa. Os outros conceitos são colocados na medida em que se afasta do centro.	Fácil de estruturar, já que as relações giram em torno de um ou vários conceitos gerais e não há preocupação com as relações hierárquicas.	Há dificuldade para mostrar as relações que se dão entre os conceitos. A opinião de quem faz o mapa não é clara sobre a importância entre os conceitos colocados com o central.
<b>Fluxograma</b>	Organiza a informação de forma linear. Mostra o passo a passo de um procedimento. Usado também para melhorar a performance do mesmo.	Leitura fácil e as informações são organizadas de maneira lógica e sequencial.	Não há pensamento crítico e geralmente o tema é incompleto não existindo preocupação de explicá-lo. Não tem pretensão para facilitar a compreensão do processo, mas sim otimizar sua execução.
<b>Entrada e Saída</b>	Informação organizada num formato semelhante ao fluxograma, mas com um acréscimo da imposição das possibilidades “entrada” e “saída”.	Apresenta diversas relações entre os conceitos.	Às vezes, é de difícil leitura devido ao exagerado número de relação entre os conceitos.
<b>Hierárquico</b>	A informação considerada mais relevante é colocada na parte superior do mapa e a partir dela partem os conceitos mais específicos. Usado para falar algo sobre algum procedimento.	Estrutura o saber de maneira mais adequada para que possa ser compreendido tendo em vista que os conceitos mais inclusivos ficam em destaque.	Considerado difícil de externar e construir, já que expõe a estrutura cognitiva de quem o faz.

Fonte: Autor, 2017.

Dos mapas explicitados acima, o único que expressamente utiliza uma teoria cognitiva em sua elaboração é o mapa classificado como hierárquico, o qual faz jus à teoria proposta

por Ausubel (TAVARES, 2007). Segundo Novak e Gowin (1984), MC são instrumentos de análise qualitativa, nos quais o professor analisa as ligações conceituais que o estudante realiza. Porém, vive-se numa sociedade regada por números, notas, em que grande parte dos professores e estudantes querem pontuá-los.

O sistema de pontuação, sugerido por Novak, baseia-se nas concepções da TAS à luz dos princípios norteadores da estrutura hierarquizada, diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 1999). Será a partir deles que um mapa poderá ser analisado e pontuado. A pontuação atribuída nas categorias a ser investigadas abaixo pode ser modificada pelo avaliador da forma que achar conveniente. Neste trabalho, os critérios de pontuação a serem analisados estão de acordo com o estudo abaixo. O Quadro 2 explana esses critérios de classificação propostos por Novak e Gowin (1984), assim como a sua respectiva análise e pontuação:

**Quadro 2** - Análise dos critérios de classificação de MC

<b>Critério</b>	<b>Análise válida para pontuar</b>	<b>Pontuação para as análises válidas</b>
Proposições	Relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela (s) palavra (s) de ligação correspondente (s). Apresentam sentido semântico.	1 ponto para cada proposição.
Hierarquia	Hierarquia: conceitos subordinados são mais específicos e menos geral do que o conceito escrito por cima deles. São condizentes com o contexto químico proposto.	5 pontos para cada nível de hierarquia.
Ligações cruzadas (Cross Links)	Ligações significativas entre dois conceitos válidos e significativos.	10 pontos para cada relação cruzada significativa.  2 pontos para cada relação cruzada que seja válida, porém, que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados.  Pontos adicionais para ligações cruzadas criativas ou peculiares. A critério do avaliador os valores.

Exemplos	Correspondem com o contexto químico proposto.	1 ponto para cada designação.
----------	---	-------------------------------

**Fonte:** Adaptado de Novak e Gowin (1984).

Conforme o trabalho de Mendonça, Cordeiro e Kiill (2013), foi acrescentado mais um critério de classificação nesta pesquisa que diz respeito às palavras de ligação. Será verificado se elas existem sob ou nas linhas que unem os conceitos e se estão de acordo com sua definição. Caso atendam esses preceitos, será dado dois pontos para cada palavra de ligação.

Os usos das mesmas expressam uma relação conceitual de forma clara e precisa assim, como facilita a compreensão. A indispensabilidade de usar proposições contendo palavras de ligação para expressar a relação conceitual é o que transfigura os MC mais relevantes do que os demais organizadores gráficos já que mostra a relação entre os conceitos (AGUIAR; CORREIA, 2013; DAVIES, 2011). Elas configuram uma clareza semântica à proposição.

De acordo com Moreira (2011a, p. 134):

Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã.

Novak e Gowin (1984) atestam que a diferenciação progressiva é o princípio no qual os conceitos vão adquirindo maior significado à proporção em que forem sendo trabalhados, ou seja, à medida que novas ligações se estabelecem na estrutura cognitiva do sujeito cognoscente. Ocorre quando as ideias e conceitos gerais apresentados são desdobrados em outros conceitos de forma mais específica. O uso do mapa pode ajudar o professor a avaliar esse processo através da elaboração do estudante e com isso agir dentro do processo de ensino e aprendizagem a fim de sanar dúvidas ou equívocos sobre o conteúdo, no caso, podendo existir uma reflexão acerca do seu fazer pedagógico.

Em relação à reconciliação integradora, os mesmos autores determinam que a AS melhora quando se passa a reconhecer as novas relações entre os conceitos ou proposições, quando os mesmos estiverem de forma diferenciada e clara em sua estrutura cognitiva. De uma forma geral, está relacionada à maneira como os estudantes realizam as ligações conceituais que pertencem a ramos diferentes em um mesmo mapa, no caso, as ligações cruzadas. Através do Quadro 2 pode ser verificado se os conceitos estão hierarquicamente organizados, se estão sendo utilizados e definidos de forma correta e como a ligação entre eles está sendo realizada.

Consoante Novak e Gowin (1984, p. 39): “Logo que os estudantes tenham aprendido a preparar mapas conceituais, estes podem empregar-se como instrumentos poderosos de avaliação”. É imprescindível que sejam orientados e treinem para que possam confeccionar seus MC sobre as atividades que serão abordadas. A AS de conceitos não depende exclusivamente de mapas de conceitos, já que pode ocorrer sem o uso dos mesmos, porém, o uso desse recurso é fundamental para que o desenvolvimento do estudante seja relevante (MOREIRA, 2010).

É no contexto da TAS que a experimentação deve existir, fazendo com que os sujeitos façam parte da atividade não apenas como expectadores, mas como desenvolvedores da ação, situação que proporciona o desenvolvimento de habilidades cognitivas dentro do laboratório. Além do que é imprescindível para a formação inicial dos professores.

A experimentação deve ir além de uma mera observação dos fatos e acontecimentos, requerendo a compreensão do procedimento realizado para que o novo conhecimento seja adquirido pelos sujeitos. O próximo capítulo retrata sobre o papel da experimentação no ensino de Química, assim como os tipos existentes.

## **4 – EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**

As pesquisas relacionadas sobre a utilização da experimentação no contexto escolar como estratégia de ensino vêm crescendo ao longo dos últimos anos. A partir dos depoimentos dos estudantes, percebe-se a atribuição a essas atividades um caráter motivador e lúdico, que corrobora na compreensão do saber científico, no caso, na aprendizagem (GIORDAN, 1999). Diante da sua importância no ensino é imprescindível que seja de conhecimento de todos os professores da área.

Essa estratégia está em constante discussão, sendo possível citar vários trabalhos, como o de Giani (2010); Hodson (1988); Hodson (1994); Giordan (1999); Blosser (1988); Rezende (2014); Guimarães (2009); Santos (2017), dentre outros em que consideram a experimentação como ferramenta que contribui para a aprendizagem. As palavras “experimentação” ou “atividade experimental” dizem respeito à atividade prática realizada nos laboratórios ou em sala de aula em que o estudante participa ativamente da atividade.

No entanto, deve-se estar atento à maneira como é executada esse tipo de atividade no âmbito escolar para que de fato possa contribuir no processo de ensino e aprendizagem de Química. O propósito adotado pelos professores na utilização dessa atividade e a forma de como utilizá-la deve ser levado em consideração para o entendimento da compreensão do saber científico.

Este capítulo discute nas próximas seções a importância do uso dessa atividade no ensino de Química tendo em vista a formação inicial dos professores, os tipos de experimentação existentes e a maneira mais indicada para se aplicar a atividade segundo o contexto da TAS.

### **4.1 Investigação da experimentação no Ensino de Química**

O interesse contemporâneo pelas atividades experimentais começou na década de 1960 e no começo da de 1970 com a “revolução” do currículo de ciências. Esse tipo de atividade adquiriu relevância na mitologia da profissão do ensino de ciências talvez devido à grande utilização de experimentos que eram bastante significativos no ensino, fato que condicionou os professores a considerarem os mesmos como parte essencial no seu fazer pedagógico (HODSON, 1988).

A Química é uma ciência eminentemente experimental em que a teoria e a prática não são dicotomizadas. O problema da falta de associação dessa atividade nas aulas de Química preocupa muitos estudiosos, pois a experimentação é uma excelente alternativa para a

facilitação da aprendizagem de conceitos e suas relações. Além do que, enrijece o entrelaçamento dos aspectos microscópicos com os macroscópicos que são imprescindíveis para o entendimento do assunto.

Lemke (2006) menciona a importância da utilização do laboratório a fim de que haja a formação de cidadãos éticos, críticos e reflexivos no qual o trabalho que pode ser realizado nesse tipo de ambiente é essencial para o ensino e a aprendizagem.

Hodson (1988) denomina de trabalho prático na sua obra as atividades que deveriam exigir do estudante uma postura mais participativa em que seja solicitado sua participação de forma ativa para construir, registrar, manipular ou observar, podendo ocorrer ou não em espaços como o laboratório de Química. No caso ele recomenda esse tipo de atividade.

Muito dos trabalhos realizados em bancada pode servir apenas para demonstrar um fenômeno, coletar dados, testar hipóteses, para observações, dentre outros aspectos. Segundo Hodson (1988, p. 2): “[...] em outras palavras, a interpretação mais ampla do trabalho prático como atividades de aprendizagem de ciências deveria substituir a interpretação mais restrita de trabalho manual de bancada do laboratório”.

O trabalho manual é válido para a familiarização em manusear os objetos, como, por exemplo, as vidrarias. Esse tipo de análise não pode ser chamada de experimento, sendo que muitas vezes é apenas seguido um roteiro sem muita criticidade na realização.

A formulação de hipóteses é levantada através da reflexão prévia no ensino de Química, em que a mesma se dá através do entrelaçamento das teorias, concepções e observações. A experimentação, conforme Bachelard (1996), deve ser problematizadora, ocasionando diálogos no âmbito educacional, situação em que acontece, também, o levantamento de hipóteses para enriquecer o objeto de estudo numa abordagem racionalista. No caso, acontecerá quando o estudante refutar seus conceitos anteriores em prol do novo, confirmando ou redirecionando as hipóteses em prol do objeto de estudo sem perder a veracidade dos fatos científicos (RONCH; DANYLUK; ZOCH, 2016).

Muitas atividades experimentais são abordadas como “receitas” em que apenas deve ser seguido o que está escrito sem ser necessário muita compreensão do propósito do experimento ou dos motivos que levaram a escolha do método utilizado (GONDIM; MÓL, 2006).

Segundo Hodson (1994) esse tipo de atividade é uma perda de tempo, uma vez que não há reflexão e entendimento do fenômeno em si, no caso, remete ao modelo tradicional de

ensino veementemente criticado. Adicionalmente, Rezende (2014) afirma que a entrega de um relatório após a atividade não condiciona a reflexão perante o roteiro a ser seguido.

Caso a atividade proposta no laboratório seja apenas fazer com que os estudantes retenham as informações, a mesma é considerada uma péssima escolha metodológica (BLOSSER, 1988). Conforme a pesquisa de Godomsky (1971 apud BLOSSER, 1988) o uso do laboratório pode ser um excelente apoio no processo de ensino e aprendizagem em Química, caso as atividades experimentais realizadas sejam problemas sem instruções explícitas, fato este comprovado através da sua pesquisa em que a experimentação aumentou a facilidade dos sujeitos resolverem problemas referentes à área de Físico-Química.

De acordo com Militão (2015), a forma como a experimentação é utilizada dependerá da habilidade e do conhecimento do professor para saber quais atividades deverão ser monitoradas, quais fenômenos são relevantes em prol do saber científico e que conceitos serão estudados na experimentação.

De acordo com Campos e Silva (1999), é necessário que o ensino não seja focado apenas na memorização de fórmulas, nomes e aplicações. Discussões críticas e reflexivas devem ocorrer no ensino de Química levando a formação para que os sujeitos possam ser autônomos e participativos.

O trabalho realizado por Mendonça, Cordeiro e Kiill (2013) com estudantes de um curso de Licenciatura em Química através da experimentação e construção de MC pouco contribuiu para a AS. Segundo os autores, tal fato pode estar relacionado à forma tradicional como aconteceu a atividade. Os aspectos procedimentais foram de forma majoritária abordados na realização da prática em que houve rigidez do roteiro.

Dessa forma, não proporcionará uma AS acerca do conteúdo apresentado e o estudante acaba não sendo participativo, uma vez que não há criticidade, quiçá reflexões. Conforme Kasseboehmer e Ferreira (2013), a educação não pode ficar restrita apenas ao ensino das teorias, dos conteúdos.

É importante que os estudantes na experimentação discutam e interpretem suas descobertas e explicações sobre o comportamento observado. De acordo com Hodson (1994, p. 306): “[...] embora os alunos percebam o laboratório como um lugar onde eles estão ativos (na sensação de fazer algo), muitos são incapazes para estabelecer a conexão entre o que eles estão fazendo e o que eles estão aprendendo”. Geralmente, os estudantes não participam no planejamento da investigação do problema, situação em que apenas devem executar o que foi

proposto. Eles ficam limitados a seguir as instruções e, dessa forma, a atividade torna-se improdutiva.

Diante da discussão até aqui apresentada, pode-se compreender a relevância da experimentação na formação inicial dos professores. Vale realçar que visa também a formação de cidadãos conscientes e críticos em prol da sociedade. O uso do laboratório de Química também serve para a realização de pesquisas, consolidando ou refutando teorias existentes, no caso, o uso do mesmo desenvolve habilidades necessárias para estudos mais avançados que requerem um maior grau de análise e entendimento (BLOSSER, 1988).

Consoante Hodson (1988), é necessário perceber que a teoria dá a forma aos experimentos em que os mesmos estão localizados em uma matriz teórica, procedimental e instrumental. A primeira diz respeito aos estudos teóricos realizados acerca do assunto. A matriz procedimental se trata de um “método” ou “prática” que é fundamentada pelas teorias acerca de como conduzir a atividade e, posteriormente, registrá-la.

A matriz instrumental é referente aos materiais que serão utilizados. Uma teoria só pode ser descartada quando existirem evidências que atingem o seu cerne fundamental e/ou quando aparece uma teoria mais promissora que apresente os erros da anterior. Não se pode afirmar o abandono de uma teoria perante o mero fato de haver resultados negativos.

As atividades experimentais auxiliam na construção da teoria e a mesma determina os tipos de experimentos possíveis a serem realizados. Segundo Hodson (1988, p. 6), para a elaboração da teoria a experimentação tem dois significados: “Primeiro, o de testar a adequação empírica da teoria em desenvolvimento e prover evidências retrospectivas para as proposições teóricas. Segundo o de guiar o desenvolvimento contínuo da teoria na direção da coerência e da completude”.

A experimentação contribui para o refinamento dos conceitos, assim como auxilia na quantificação conceitual. Condiciona também a um estabelecimento dos limites da aplicabilidade da teoria. Os estudantes devem explorar a sua capacidade de compreender e avaliar os modelos e teorias para que possa ser atingido o objetivo proposto, assim como devem ser estimulados para o desenvolvimento da atividade respeitando suas ideias prévias.

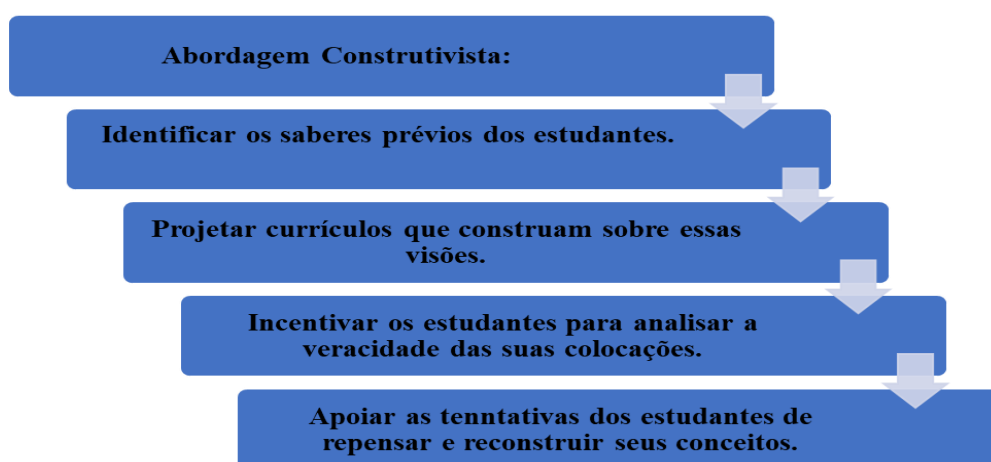
Portanto, devem ser respeitadas e consideradas em qualquer atividade. Da mesma forma que o saber científico, muitas vezes, é construído através da consolidação ou substituição de teorias, as atividades destinadas à produção de conhecimento devem acontecer através da compreensão possibilitando, que caso não haja ideias adequadas os estudantes devem ser encorajados e estimulados a produzir novos conceitos (HODSON, 1994).

A experimentação já foi considerada uma perda de tempo para a apreensão do saber científico. Conforme Hodson (1994), para que haja uma avaliação crítica acerca da atividade experimental a ser realizada devem ser feitas algumas perguntas como as que seguem a seguir: 1) A atividade realizada pode motivar os estudantes e se há formas alternativas para motivá-los?; 2) Os estudantes adquirem saberes às técnicas de laboratório para a execução da atividade?; 3) A atividade realizada ajuda na compreensão melhor dos saberes científicos?; 4) Qual a imagem que os estudantes adquirem com isso e como a mesma se encaixa no saber científico?; 5) Em que proporção a experimentação pode promover atitudes éticas frente à sociedade?

É fundamental reexaminar formas e metodologias de ensino nas quais os estudantes possam ser reflexivos e serem mais ativos (GIORDAN, 1999). A abordagem experimental investigativa pode ser considerada dentro do ensino de Química que vise à TAS. As vivências e conhecimentos prévios devem ser considerados e, conseqüentemente, a necessidade de argumentar e analisar o fenômeno através da possibilidade de diálogos em sala.

Dessa forma, a experimentação fará sentido para o sujeito, já que o conhecimento existente na sua estrutura cognitiva auxiliará no processo de ensino e aprendizagem. Esse aspecto está dentro da abordagem construtivista do ensino (HODSON, 1988). Segundo o mesmo autor, para haver esse tipo de abordagem, são necessários quatro passos, conforme o fluxograma abaixo:

**Figura 3** - Passos principais dessa abordagem para o ensino.



**Fonte:** Autor, 2017.

A aprendizagem é um aspecto contínuo a partir da qual os significados são construídos e também se reconstróem. Para tanto, o conhecimento prévio deve ser considerado onde o mesmo precisa ser desenvolvido, modificado, e não tomado como errado (MOREIRA,

2011a). Os estudantes devem ser encorajados e motivados para testarem suas capacidades de explicação e interpretação. Deve existir apoio do professor em todos os passos citados para que sejam capazes de reconstruir suas visões conforme o último passo. A experimentação pode proporcionar um desenvolvimento e mudança conceitual e para isso é imprescindível começar pelo que já se sabe (HODSON, 1988).

Segundo o trabalho realizado por Guimarães (2009), o uso da experimentação no ensino de Química pode proporcionar que os estudantes sejam ativos desde que haja um condicionamento para tal objetivo, sendo necessário que os mesmos sejam desafiados e motivados para a resolução de problemas, existindo problematização e que haja trabalho em grupo. Isso ajuda, também, na interação dos conceitos prévios com os novos. O professor deve oportunizar a formação de equipes na execução dos experimentos, assim como instigar a colaboração. Giordan afirma que (1999, p. 46):

A formação de um espírito colaborativo de equipe pressupõe uma contextualização socialmente significativa para a aprendizagem, do ponto de vista tanto da problematização (temas socialmente relevantes) como da organização do conhecimento científico (temas epistemologicamente significativos).

A realização individual das atividades propostas no laboratório, muitas vezes, promove uma compreensão superficial, distorcida e inconsistente do fenômeno em si, da metodologia científica (HODSON, 1994). Nas aulas experimentais também é importante que haja discussão sobre as atividades realizadas através de interações discursivas e debates, não esquecendo de interligar os aspectos teóricos, representacionais e empíricos. Uma motivação por parte dos estudantes poderá ser obtida perante esse tipo de atividade, já que dependendo da prática realizada, pode haver uma ligação do seu dia a dia (LEAL, 2009).

## **4.2 Análise dos tipos existentes de experimentação**

Oliveira e Soares (2010) abordam em seu estudo uma classificação em quatro vertentes da experimentação em detrimento do estudo de vários autores. Para exemplificar, Campos e Nigro (1999) fazem essa abordagem cujas vertentes são: descritivas, ilustrativas, demonstrativas e investigativas. Abaixo segue o Quadro 3 referente às explicações das mesmas:

**Quadro 3** - Quatro vertentes referentes à experimentação.

<b>Vertente</b>	<b>Discussão</b>
Demonstrativa	O professor que conduz a atividade em que o estudante não pode intervir. Possibilita o contato com reagentes químicos, equipamentos e instrumentos. Elo entre a realidade e a teoria.
Ilustrativa	O estudante pode manipular o material em que segue um roteiro sob a direção do professor. Serve para comprovar leis e teorias.
Descritiva	O estudante pode manipular o material sem a presença do professor obrigatoriamente a todo momento. Há contato com o fenômeno. Não implica a realização de teste de hipóteses.
Investigativa	O estudante participa ativamente na execução da atividade em que discute ideias, elabora hipóteses explicativas e experimentos para testá-las. O professor intervém na mediação do conhecimento, na sua construção.

**Fonte:** Autor, 2017. Baseado em Campos e Nigro (1999) e Oliveira e Soares (2010).

Em relação à demonstrativa e ilustrativa, os materiais já estão disponíveis para a realização da atividade, situação em se deve seguir o roteiro apresentado como uma receita na qual o professor no primeiro tipo executa e no segundo o estudante pode executar. A vertente descritiva se aproxima das atividades investigativas, porém não há indução para a elaboração de hipóteses argumentadas (CAMPOS; NIGRO, 1999, OLIVEIRA; SOARES, 2010).

Giani (2010) faz uma crítica referente à experimentação ilustrativa já que muitas das atividades realizadas pelos professores não existem problematização, o que não viabiliza um entendimento satisfatório do saber científico.

Caso não haja materiais e/ou vidrarias suficientes na escola ou na universidade, a demonstração pode ser empregada para que seja possível ver a apresentação do fenômeno em si e, dessa forma, o sujeito poderá conhecer as teorias de forma mais palpável. Esse tipo de experimentação deve ser utilizada quando as finalidades forem bem definidas, não devendo ser o único meio para a execução da atividade.

A participação dos sujeitos deve ser instigada para que desenvolvam sua autonomia. As do tipo ilustrativas têm praticamente o mesmo propósito das demonstrativas, consistindo a

diferença em que o estudante na primeira poderá intervir na demonstração da atividade (CAMPOS, NIGRO, 1999).

De acordo com Hodson (1994), são necessárias que as aulas tenham um tempo maior destinado à reflexão, uma vez que o importante é o desafio cognitivo proposto. Em relação à manipulação de equipamentos e materiais, é importante que o professor frise naquilo que de fato será utilizado na atividade a fim de que haja a aquisição de habilidades necessárias para uma determinada atividade. Há várias críticas às experimentações que visam apenas a utilização de técnicas, situação em que, muitas vezes, não existe relação com o dia a dia do indivíduo. Gil-Pérez (1993) assevera que o conhecimento avança com base na problematização através de dúvidas e discussões.

A elaboração do conhecimento científico numa abordagem experimental ocorre nos entremeios da investigação, como aponta Giordan (1999, p. 44):

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.

Essas atividades permitem identificar até mesmo erros de aprendizagem e dificuldades dos estudantes sobre o conteúdo proposto. Hodson (1988) afirma que qualquer meio que faça o estudante ser ativo no processo de ensino e aprendizagem fará com que possa aprender melhor. “O professor deve propor situações problemáticas que desafiem os alunos a resolvê-las com respostas buscadas em sua bagagem cultural e principalmente, no ato de suas ações” (OLIVEIRA; SOARES, 2010, p. 1-2).

Tendo como objetivo desenvolver a capacidade de pensar e agir de forma crítica, reflexiva e consciente, é viável a adoção de uma metodologia de ensino que proporcione condições para que o sujeito exercite um papel ativo. Perante a discussão até aqui apresentada será utilizado a experimentação do tipo investigativa que faz jus ao nível dois, conceito que será discutido no próximo tópico.

Cabe ressaltar que as análises referentes às destrezas técnicas são importantes no laboratório, já que, ao executar um determinado estudo, torna-se necessário saber como se opera e a finalidade de cada material disponível. O tipo ilustrativo é válido quando há práticas consideradas de risco, logo, a execução do professor é pertinente ou o uso de um *software* é relevante para demonstrar o fenômeno. Porém, é possível desenvolver atividades que fujam do modelo tradicional de ensino no qual é possível possibilitar a reflexão, a formulação de

conceitos e, conseqüentemente, a produção do conhecimento. Retoma-se a importância de considerar os saberes prévios dos indivíduos.

### 4.3 Estrutura de organização para a experimentação investigativa

Haja vista a estruturação da experimentação Costa et al. (1985, *apud* GONDIM E MÓL 2006) organizaram uma estrutura para experimentação em escala de diretividade considerando três vertentes: problema, procedimentos e respostas. O Quadro 4 apresenta os quatro níveis com suas respectivas definições e onde acontece:

**Quadro 4** - Escala de níveis da estrutura da experimentação

Nível	Processo	Onde acontece?
Zero	O problema, os caminhos e os meios e a resposta são dados.	Amplamente empregado em cursos de graduação.
Um	O problema, os caminhos e os meios são dados, ficando somente a resposta em aberto.	Encontrado no ensino básico e superior.
Dois	O problema é dado, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto.	Pouco comum de acontecer no ensino.
Três	O problema, os caminhos, os meios e a resposta ficam em aberto.	Raro de acontecer no ensino.

**Fonte:** Autor, 2017. Baseado em Gondim e Mól (2010).

Os níveis zero e um estão mais interligados com o modelo de ensino tradicional, já que os estudantes são orientados a apenas seguir um roteiro pré-determinado sem que haja discussões e reflexões acerca da atividade. Os níveis dois e três instigam o estudante à resolução de problemas, levantar hipóteses e definir estratégias para investigá-los, assim como condiciona a momentos de discussões e reflexões de forma comunitária desde que sejam condicionados a realizarem a atividade em equipe, situação que, conforme mencionado, proporciona mais a compreensão do saber científico.

Tanto o nível zero quanto o nível um não condicionam para que haja levantamento de hipóteses, assim como a resolução de problemas já que não instiga a investigação, a reflexão e a curiosidade. Deve seguir o roteiro apresentado, já que praticamente todas as respostas acerca do fenômeno foram dadas sem que seja necessário a interpretação, portanto não há reflexão.

O ensino tradicional remete a decorar o estudo em questão e os estudantes são induzidos a isso, uma vez que a resposta é objetiva do fenômeno. Rezende (2014) aborda que o nível três requer uma maior atenção, já que nada é fornecido ao estudante, sendo proposto apenas o intuito do experimento. É preciso que o estudante já tenha passado por outros níveis.

A pesquisa se baseou no nível dois, já que o problema foi dado, contudo, os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto. Ele está mais relacionado à experimentação investigativa que corrobora para uma participação ativa. Os conhecimentos prévios adquiridos serão válidos e irão ajudar na resolução do problema proposto. A realização da simulação da *Chuva Ácida* possibilita ao estudante a criação de modelos explicativos para o fenômeno através de uma realidade que foi simulada, no caso, da representação que se confere ao fenômeno (GIORDAN, 1999).

Os conhecimentos prévios, sejam obtidos do dia a dia ou através das aulas já realizadas, são importantes para o levantamento de hipóteses e seus testes, discussões e reflexões para o desenvolvimento da atividade. Os professores devem instigar o estudante a pensar, a questionar sobre a atividade e discutir as hipóteses tendo em vista a forma como será executada e assim chegar formular suas próprias conclusões. Dessa forma, é possível reformular os saberes já existentes na sua estrutura cognitiva com os novos conceitos adquiridos perante a experimentação de uma maneira não literal e não arbitrária, o que está de acordo com a TAS.

## **5 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

Descreve-se aqui os procedimentos metodológicos utilizados nessa investigação, como também o cenário e os sujeitos da pesquisa. São ainda referidas as estratégias de acordo com o estudo teórico realizado para a coleta de dados. Por conseguinte, esses conceitos serão discutidos nas seções a seguir: Um paralelo entre pesquisa quanti-qualitativa e Estudo de Caso, Cenário e sujeitos da pesquisa e Procedimentos e instrumentos utilizados.

### **5.1 Um paralelo entre pesquisa quanti-qualitativa e Estudo de Caso**

O estudo foi pautado numa abordagem qualitativa cujo foco é o processo realizado para diferentes formas de interpretação das informações que foram coletadas perante o estudo teórico que embasa a pesquisa. A análise dos dados tende a seguir um caminho ligado à indução desde que seja fundamentada no referencial teórico que norteia o estudo principal (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Isso vai além de uma mera descoberta, já que demanda investigação e planejamento. Envolve, também, a observação intensiva na execução das atividades.

Segundo Minayo (2002), a abordagem qualitativa é a via para o pensamento a ser utilizado e ocupa um lugar central na teoria. Trata-se, basicamente, do conjunto de técnicas a ser adotado para fundar a realidade. Isso ocorrerá no espaço natural dos participantes, estudantes e professores no decorrer de suas atividades letivas (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Complementarmente, Godoy (1995, p. 62), através de seus estudos atesta que “[...] a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental”.

Esse último é o principal instrumento para seleção, análise, coleta de dados e discussões cabendo interpretar perante os estudos realizados sobre o fenômeno. Há uma valorização entre o contato direto dele com o ambiente e a situação estudada. Deve-se levar em consideração as concepções prévias dos estudantes e o enfoque, muitas vezes, indutivo na análise dos dados (GODOY, 1995).

Isso é concernente com a TAS em que se deve considerar justamente aquilo que o indivíduo já sabe desde que seja relevante na apreensão do novo saber. Gil (2002) assevera que não é uma tarefa fácil devido à quantidade de informações que podem surgir no decorrer da coleta de dados. A investigação se torna um processo de elaboração do conhecimento na busca e na compreensão de soluções para as discussões expostas (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

O importante na abordagem qualitativa é ser objetivo, permitindo aos instrumentos de trabalho uma mediação entre a teoria e a metodologia com a realidade empírica. Pesquisa que geralmente trabalha com pessoas respeitando suas opiniões, crenças e valores. Suas falas e respostas em torno da pesquisa são ricas e reveladoras. A amostra de um grupo é válida nesse tipo de abordagem que é representativa, ou seja, condiciona ao estudo do fenômeno de maneira que possa atingir o objetivo almejado na pesquisa (MINAYO, 2002).

De uma maneira geral, há cinco características da pesquisa qualitativa: a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o pesquisador como o instrumento principal; a pesquisa qualitativa é descritiva e explicativa; o pesquisador se interessa mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; ele tende a analisar seus dados de forma indutiva; e o significado é de importância vital nessa abordagem (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A reflexão do pesquisador é essencial para a coleta de dados, assim como a variedade de abordagens e métodos utilizados. Os métodos qualitativos consideram ele como fator fundamental para a discussão dos dados. A subjetividade dele assim como dos sujeitos participantes torna-se parte do estudo (FLICK, 2009).

A pesquisa qualitativa vai além de uma simples descoberta, pois requer investigação, interpretação e compreensão e, para isso, um planejamento das atividades é imprescindível nesse processo. A coleta de dados segue como um caminho em um processo intuitivo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

O pesquisador qualitativo, segundo Moreira (2011b), transforma dados e casualmente faz uso de tabelas, quadros e/ou sumários, porém, o que prevalece é uma análise descritiva em que não há preocupação com inferências estatísticas. Enquanto o pesquisador quantitativo faz uso de questionários e/ou testes, procura correlações, faz inferências, dentre outros aspectos. A presente pesquisa é qualitativa, porém, há análises de dados perante os questionários que foram aplicados a fim de contribuir na discussão apresentada.

No campo da abordagem qualitativa foi realizado um estudo de caso como método da pesquisa que, consoante Yin (2005, p. 32), trata-se de “[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Essa análise está mais voltada para uma perspectiva interpretativa (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010).

O estudo deve proporcionar uma imagem a mais fiel e digna possível da realidade pesquisada em suas várias dimensões, dentro de sua real complexidade. Pode ser

caracterizado como um estudo de uma entidade bem demarcada, como uma escola, um programa ou uma unidade social (YIN, 2005).

De acordo com Moreira (2011b):

Enquanto as técnicas usadas nessa pesquisa podem variar e incluir tanto enfoques qualitativos como quantitativos, a característica que mais distingue o estudo de caso é a crença de que os sistemas humanos desenvolvem uma completude e integração, isto é, não são simplesmente um conjunto de partes ou trações. Por conseguinte, o estudo de caso se encaixa em uma tradição holística de pesquisa segunda a qual as características de uma parte são determinadas grandemente pelo todo ao qual pertencem.

Trata-se de uma estratégia de pesquisa que busca investigar e tratar situações específicas de coletas e análises de dados. Este estudo pode corroborar para novas indagações e isso instiga para futuras investigações. Conforme Sá e Queiroz (2010), é importante a prática da argumentação acerca da atividade para melhor compreensão do saber científico. Essa prática é utilizada normalmente para justificar ou refutar uma opinião. Atividades que preparem para esse fim podem concorrer para a formação de sujeitos ativos, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior.

Ventura (2007, p. 2) afirma que o estudo de caso “[...] visa à investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações”. Gil (2002) aponta que esse tipo de estudo não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação, porém, é necessário seguir um caminho, uma estratégia para atingir o objetivo proposto.

De acordo com Yin (2005), nesse método é necessário estar entrelaçado a dois posicionamentos que são o “como” e “por que”, que visem à análise do crescimento de um fenômeno ao longo do tempo. O estudo de caso deve ter os limites entre ele e o fenômeno claramente determinados. O papel do pesquisador tem relevância quando está pautado numa atuação em que envolve criticidade e criatividade em que descreve, interpreta, explicando e encadeando evidências. O mesmo deve sempre buscar o rigor científico (VENTURA, 2007).

Sá e Queiroz (2010) apontam que há tarefas indispensáveis para o bom andamento do estudo de caso que o pesquisador precisa cumprir ajudando o estudante a analisar o problema, buscar informações sobre o assunto e considerar as possíveis soluções para o problema, assim como instigar a reflexão sobre as consequências das decisões tomadas. O estudante também precisa estar motivado e pré-disposto a aprender para o sucesso da pesquisa, fato este também ligado à TAS, já que é uma das condições para que haja uma AS é a pré-disposição para aprender.

A amostragem desta investigação se orientou pelos procedimentos do tipo probabilística, através do *survey* interseccional, pois a intenção foi estudar a amostra sobre a natureza da população total. Segundo Babbie (1999, p. 120), o que rege uma análise básica da amostragem probabilística é o fato de que “[...] uma amostra será representativa da população da qual foi selecionada se todos os membros da população tiverem oportunidade igual de serem selecionados para a amostra”. A amostragem tem uma importância significativa na coleta, sendo que, de forma geral, os *surveys* são utilizados para, através de uma parcela da população, estudar esta como um todo.

A pesquisa, conforme Gil (2002), é classificada como exploratória, já que se buscou conhecer a problemática, assim como apresentá-la para aperfeiçoar as ideias ou propiciar possíveis novas descobertas. Pode também ser chamada de explicativa, pois a investigação e a identificação dos fatores é que determinam ou cooperam para o acontecimento de determinados fenômenos.

A pesquisa exploratória promove uma maior familiarização com o problema e pode envolver tanto levantamento bibliográfico como entrevistas com os sujeitos no problema pesquisado. Busca também explicar a razão do estudo, a importância do mesmo. Esses aspectos fazem parte desta investigação, conforme evidenciado. É irrefutável a importância do estudo de caso como instrumento de avaliação em que deve estar mais presente na discussão acadêmica (VENTURA, 2007).

Conforme o autor, o estudo de caso possui várias aplicações em diversas áreas de conhecimento. É conveniente aos pesquisadores que o aspecto do problema proposto seja estudado em profundidade dentro de um período de tempo limitado. Não há leis básicas para determinar quais os fatores são mais importantes perante a variedade dos mesmos que possam existir. O estudo teórico realizado facilita o processo de análise.

A utilização desse enfoque se aplica a presente pesquisa com caráter exploratório, delimitado a um caso específico, que é a investigação da experimentação investigativa segundo o contexto da TAS, em um espaço de tempo delimitado, que é no fim do semestre letivo dos graduandos em Licenciatura em Química do IFCE- *Campus* Maracanaú. Houve o uso de MC para corroborar com este estudo. Conforme exposto, a investigação é qualitativa, tendo ocorrido no decorrer das atividades letivas dos participantes.

## 5.2 Cenário e sujeitos da pesquisa

A pesquisa ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú* diurno, com 9 graduandos do curso de Licenciatura em Química no primeiro semestre de 2018. O Município de Maracanaú integra a Região Metropolitana de Fortaleza- CE. A turma em que foi aplicada o trabalho de intervenção cursa a disciplina de Metodologia do Ensino de Química do sexto semestre. Os *lôcus* da pesquisa foram a sala de aula e no laboratório de Química.

A escolha por essa turma se deu por indicação da professora de Química da referida instituição e disciplina, pois a mesma trabalha com as diversas metodologias existentes no meio educacional, conforme o plano de unidade didática. A pesquisa utiliza algumas metodologias que podem concorrer para o conhecimento e enriquecimento na formação inicial dos futuros professores de Química. Houve a apresentação da proposta de trabalho para que os estudantes possam conhecer do que se trata a pesquisa.

Tendo em vista que se trata de uma pesquisa envolvendo seres humanos, procurou-se atender exigências do Comitê de Ética em Pesquisa (CEM), conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Logo, foi solicitado aos estudantes participantes assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a sua participação em que esclarecia os aspectos relativos à concretização da pesquisa.

Para análise dos dados, os sujeitos da investigação receberam a sua identificação através dos números de 1 a 9, com a finalidade de preservar seu anonimato. Reforçado pela “resolução CNS 196/96 adota no seu âmbito a prevenção de procedimentos que asseguram a confidencialidade e a privacidade[...]” (BRASIL, 2012). Isso é necessário para que os participantes se sintam à vontade no decorrer do processo investigativo.

## 5.3 Procedimentos e instrumentos utilizados

No estudo de caso, é utilizado sempre mais de uma técnica para a coleta de dados (YIN, 2005). De acordo com Gil (2002, p. 140):

Obter dados mediante procedimentos diversos é fundamental para garantir a qualidade dos resultados obtidos. Os resultados obtidos no estudo de caso devem ser provenientes da convergência ou da divergência das observações obtidas de diferentes procedimentos. Dessa maneira é que se torna possível conferir validade ao estudo, evitando que ele fique subordinado à subjetividade do pesquisador.

Segundo o autor, esse tipo de análise, em termos de coleta, é a mais completa de todos os delineamentos pois, os dados valem tanto das pessoas quanto dos obtidos no questionário.

As formas de obtenção são por meio de entrevistas, documentos pessoais, observações, discussão de documentos, dentre outros. O procedimento de análise e interpretação são os mais variados possíveis em que o processo envolve diferentes maneiras de estudo e isso condiz com essa abordagem (FLICK, 2009). A análise dos dados é preponderantemente qualitativa.

O pesquisador deve no início da sua pesquisa verificar os referenciais teóricos que irão nortear o trabalho evitando especulações sem nenhum tipo de embasamento teórico (GIL, 2002). Fator esse primordial no desenvolvimento da pesquisa. Um dos instrumentos de pesquisa utilizados foram as entrevistas.

A entrevista, para Bogdan e Biklen (1994), possibilita recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo que se desenvolva uma ideia intuitiva acerca de como o entrevistado interpreta determinados aspectos no qual está inserido. Consoante Yin (2005) é uma das mais importantes fontes de informação de um estudo de caso. Esta técnica oferece dados para comparar evidências coletadas entre fontes a fim de ampliar a confiabilidade do estudo.

Meirinhos e Osório (2010) afirmam que o uso da entrevista faz com que os sujeitos se sintam mais à vontade pois não se sentem objeto da avaliação. Flick (2004) aponta que esse instrumento de análise pode possibilitar que os participantes exponham suas opiniões acerca do assunto de maneira aberta, sem se sentirem pressionados. De uma maneira geral não é necessário haver uma ordem a ser seguida na elaboração das perguntas, onde isso vai depender das respostas e discussões apresentadas pelo sujeito entrevistado.

Optou-se pela entrevista procurando garantir que fosse obtido os dados comparáveis entre os sujeitos da pesquisa e que se constitui como estratégia dominante para recolher os dados conforme apontado por Bogdan e Biklen (1994). A utilização desse método é geralmente usada no estudo de caso, logo não é obrigatória (GIL, 2002).

O questionário também é uma excelente técnica para recolher os dados em que consiste na elaboração de um formulário normalizado, estruturado (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010). Serão aplicados dois questionários: um no início que é o pré-teste e outro ao final da experimentação. Posteriormente será feita a análise e interpretação dos dados com o máximo de rigor científico. É necessário verificar se todos os dados serão úteis na pesquisa proposta.

Para isso é essencial que o questionário seja misto em que através das perguntas abertas podem ser obtidas respostas diferentes dos sujeitos respeitando suas opiniões, crenças e principalmente o entendimento do assunto. O estudante exterioriza sua própria linguagem

expressando seu nível de compreensão. As perguntas fechadas também são importantes pois proporcionam julgamentos muitas vezes objetivos. Refere-se a um formato de discussão em que os conceitos adquiridos podem estar equivocados (SÁ; QUEIROZ, 2010).

A representação estatística dos resultados referentes ao questionário que será aplicado reflete a observação criteriosa dos dados o que possibilitou analisá-los de forma quantitativa. A pesquisa qualitativa considera que para cada problema a ser investigado pode haver a necessidade de escolha de procedimentos e instrumentos específicos (FLICK, 2009). Nesse viés, Ventura (2007) atesta que o estudo de caso pode incluir abordagens qualitativas e quantitativas, logo se dá o nome de pesquisa quanti-qualitativa. Diante disso o uso de procedimentos quantitativos podem ser utilizados desde atendam a investigação proposta.

Outro instrumento a ser utilizado será a elaboração dos MC. Busca-se nessa análise de acordo com Novak (1981) a integração de novos conceitos na estrutura cognitiva do estudante, para tanto, ao analisar os mapas deve-se estar atento se houve ao longo do processo uma hierarquização dos conceitos, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Aspectos esses que estão relacionados com a TAS.

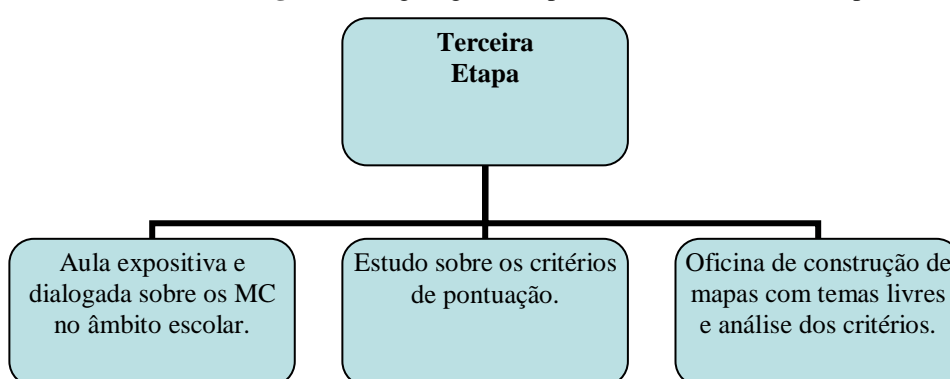
As atividades seguiram as seguintes etapas para a consolidação da pesquisa que são apresentadas a seguir:

- Etapa 1 - Observações em sala de aula para conhecer a turma;
- Etapa 2- Realização do pré-teste com os sujeitos da pesquisa (Apêndice B);
- Etapa 3– Estudo dirigido para a construção dos MC conforme as orientações de Novak e Gowin (1981) (Apêndice C);
- Etapa 4– Estudo sobre a temática ambiental *Chuva Ácida* abordando os conceitos de ácidos e óxidos;
- Etapa 5– Realização da experimentação investigativa sobre o assunto no laboratório de Química;
- Etapa 6– Aplicação da entrevista;
- Etapa 7– Construção dos MC ao final das atividades e suas apresentações.

As observações, na primeira etapa, aconteceram para que houvesse uma familiarização da turma que seria investigada. Yin (2005) aponta a importância desse aspecto para proporcionar alguma informação adicional útil sobre o fenômeno. O objetivo do pré-teste, na segunda etapa, foi buscar informações sobre a identificação dos estudantes e dos subsunçores existentes sobre o conteúdo. As questões foram objetivas e discursivas.

A terceira etapa consistiu em uma aula expositiva e dialogada, com carga horária de duas horas, em que foi abordado conceitos sobre MC onde podem ser usados, a sua importância, o processo de construção como ferramenta educacional, seguindo as orientações de Novak e Gowin (1984). Os critérios de pontuação foram utilizados para que seja verificado a compreensão do conteúdo e, com isso, confirmar ou aprimorar os conceitos aprendidos. Os mapas mostraram sobre a evolução conceitual dos conceitos, segundo o contexto da TAS. Segue um organograma sobre esse processo (ver Figura 4):

**Figura 4** - Organograma explanando sobre a terceira etapa



**Fonte:** Autor, 2017.

Para facilitar a análise dos mesmos considerou-se os critérios de pontuação que são: Proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos. Outro critério também analisado foram as palavras de ligação. Essa análise é baseada nos estudos de Novak e Gowin (1984) e Mendonça, Cordeiro e Kiill (2013). O mapa construído deverá se enquadrar na classificação de “Hierárquico” conforme o trabalho de Tavares (2007) de classificação dos MC quanto ao seu formato. Dos apresentados o que faz jus a TAS é o hierárquico.

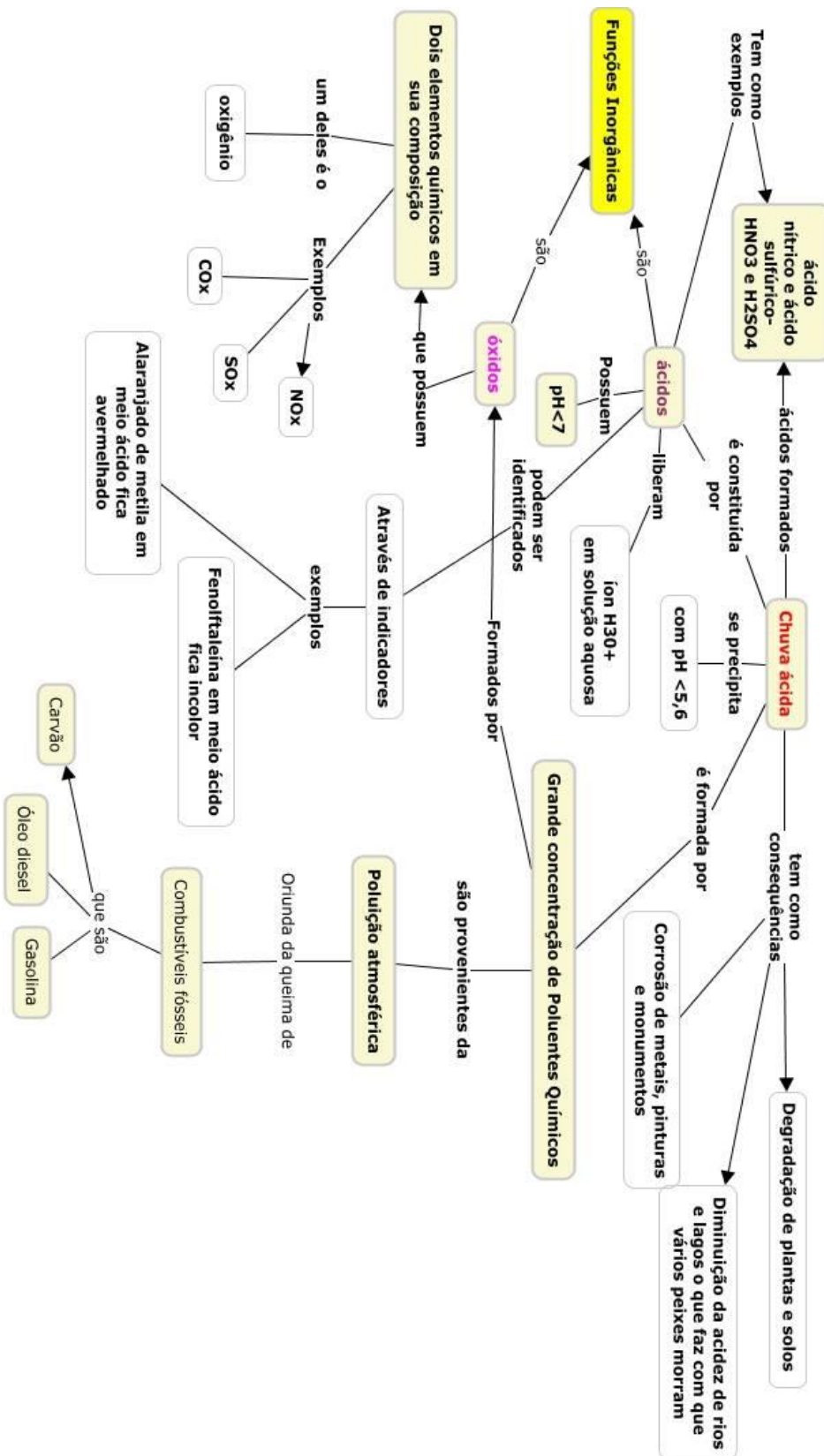
A AS é subjetiva e depende do desenvolvimento cognitivo do estudante em que esta considera o que foi ensinado assim como a forma que interpreta os assuntos e reconstruem seus conhecimentos, ou seja, quais os elementos que foram incorporados em sua estrutura cognitiva a partir das negociações de significados. O uso dos mapas ajudam nesse processo de identificação do que foi aprendido e é necessário essa formação inicial de construção (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Na quarta etapa ocorreu uma aula expositiva e dialogada, com duas horas de carga horária, para trabalhar com o tema proposto que é *Chuva Ácida* abordando os conceitos básicos de ácidos e óxidos. Para isso, foi apresentada uma questão para incitar as discussões que foi a seguinte: “Por qual razão uma flor ou plantas mudam de coloração quando em

contato com a *Chuva Ácida?*”. A partir disso hipóteses seriam colocadas em foco para responder essa questão.

Através dessa problematização outras indagações podem aparecer a fim de enriquecer o tema. O conteúdo foi abordado através de *slides* assim como foi utilizado o seguinte mapa abaixo para explorar o conteúdo e retomar a forma da sua elaboração e importância (ver Figura 5).

Figura 5 - Mapa Conceitual sobre Chuva Ácida.



Fonte: Autor, 2017.

Na quinta etapa realizou-se como estratégia didática a experimentação investigativa através de equipes onde trouxeram hipóteses para responder à questão problema apresentada. Não houve apresentação de um roteiro para a execução da atividade.

Na penúltima etapa aplicou-se uma entrevista de forma individual com a finalidade de analisar a aplicabilidade e funcionalidade da experimentação investigativa dentro do processo de ensino e aprendizagem. Por intermédio desse instrumento também se discutiu a possibilidade de utilizar essa atividade enquanto professor. As falas foram gravadas.

Ao final desse processo, foram construídos os mapas com o objetivo de verificar indícios de uma AS. Os participantes apresentaram para os demais pois os mapas não são autoexplicativos sendo necessário a explanação dos mesmos. Diante disso os mapas foram debatidos com o intuito de aperfeiçoá-los. Os mesmos foram pontuados e discutidos em consonância com a TAS.

Destarte, a pesquisa qualitativa possibilita observar o microcosmo da sala focado no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e óxidos relacionados à temática ambiental *Chuva Ácida*. Através desse estudo é possível registrar, analisar e avaliar sistematicamente cada sequência da construção do mapa mostrando que o uso dessa ferramenta de ensino permite aos estudantes alcançarem a AS. A experimentação investigativa pode favorecer na apreensão do saber conforme estudos realizados.

Consoante com Meirinhos e Osório (2010, p.3): “Desta forma, a investigação quantitativa procura a lógica da descoberta e a investigação qualitativa a lógica da construção do conhecimento”. Os resultados referentes para esse aspecto foram organizados em forma de gráficos.

## 6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui se tratou de apresentar as discussões acerca da coleta de dados em confronto com o referencial teórico abordado. Para isso, há cinco seções intituladas como: percepção dos saberes prévios dos estudantes; Atividade sobre os aspectos principais de um Mapa Conceitual; Experimentação investigativa acerca do tópico *Chuva Ácida*; Análise das entrevistas e Discussão dos MC elaborados após a experimentação.

### 6.1 Percepção dos saberes prévios dos estudantes

Buscou-se, por meio do questionário semiestruturado, denominado de pré-teste, identificar os saberes prévios dos estudantes para facilitar o processo de ensino e aprendizagem sobre o tema em questão. A partir disso é possível oportunizar melhor as estratégias metodológicas que possibilitem na construção do conhecimento levando em conta os seus conhecimentos prévios para que o processo de compreensão do saber seja construído coletivamente.

Portanto, tomou-se como ponto de partida os subsunçores analisados para depois avaliar como as atividades desenvolvidas oportunizaram a inserção de novos conceitos na estrutura cognitiva dos participantes. É necessário que se conheça os conceitos prévios relevantes existentes na estrutura cognitiva dos sujeitos, a fim de que aprendam significativamente (GUIMARÃES, 2009).

Inicialmente, buscou-se verificar, através do questionário, se os participantes conhecem a importância do uso MC. A pergunta objetiva foi a seguinte:

*1?) Você já ouviu falar em MC?*

Verificou-se que 66,66% nunca ouviu falar sobre os Mapas. Apenas o sujeito 2 explanou acerca de onde obteve informações sobre o assunto. Ele afirmou que “foi através de uma aula de um professor, cujo tema proposto foi sobre vírus, em que teve que analisar sobre o assunto através do Mapa, porém ele não explicou detalhes sobre como poderíamos usar isso”.

Logo, faz-se necessário aulas sobre a importância e o processo de construção dessa ferramenta de ensino, seja para conhecimento profissional ou para utilizar caso achem conveniente nas suas aulas enquanto professores.

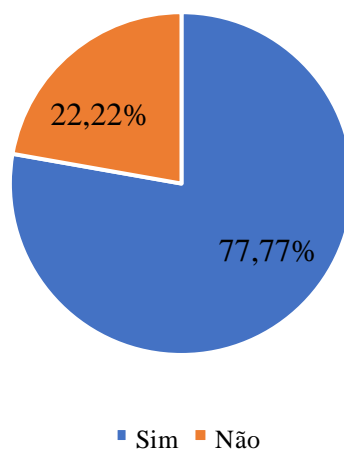
Depois disso, buscou-se perceber, mesmo que minimamente, potenciais ancoradouros que serviriam como base para novos saberes sobre o tema *Chuva Ácida*. Foram 5 questões sobre esse assunto, sendo 3 objetivas e 2 subjetivas. Nas questões 1 e 2 os estudantes deveriam dizer se já estudaram a temática durante a graduação assim como sobre ácidos e óxidos, que são as principais substâncias presentes neste tema. As questões foram as seguintes:

- 1º) *Você já estudou durante o seu curso a temática Chuva Ácida? Comente a respeito.*
- 2º) *Você já estudou durante o seu curso sobre Ácidos e Óxidos?*

Abaixo segue o Gráfico 1 referente à primeira questão:

**Gráfico 1** - Resposta dos estudantes sobre a temática Chuva Ácida.

#### **Estudantes que estudaram sobre Chuva Ácida**



**Fonte:** Autor, 2018.

A maioria dos sujeitos responderam que já estudaram sobre essa temática durante graduação, logo facilitou no processo de aprendizagem pois os mesmos, a princípio, possuem subsunçores que corroboraram para a aprendizagem de novos conceitos, o que faz jus à AS (MOREIRA, 1999a). Em relação à segunda questão todos estudaram os conceitos referentes aos ácidos e óxidos.

A terceira questão foi para verificar o conhecimento que possuíam a respeito do processo da formação da *Chuva Ácida*. A mesma se encontra abaixo:

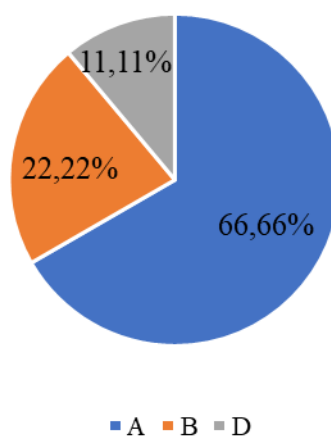
*Questão 3: Que tipos de substâncias reagem com o vapor de água contribuindo para a formação de ácidos responsáveis pela Chuva Ácida. Marque a opção correta:*

- A) Óxidos.
- B) Ácidos.
- C) Bases.
- D) Sais.

A alternativa correta é o item A, em que 66,66% acertaram. Num total de 22,22% optaram pelo item B e 11,11% pelo item D conforme o Gráfico 2:

**Gráfico 2** - Escolha do item correto da resolução da questão 3

**Item considerado correto pelos sujeitos**



Fonte: Autor, 2018.

O número de acertos foi considerável, porém através das observações foi notório certa dificuldade nesta questão porquanto os estudantes ao final da aplicação do questionário debateram bastante sobre qual seria o item correto. É importante que tais conceitos sejam reforçados de maneira minuciosa na sala de aula para possibilitar a AS.

A TAS destaca a importância do conhecimento prévio dos estudantes como fator isolado mais relevante na determinação do processo de ensino e aprendizagem, em que é a variável primordial para a teoria em que a nova interação, relação, modifica-o pela aquisição de novos significados (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Diante disso, propicia uma colaboração para o reconhecimento do estudante como sujeito que aprende e das possibilidades de mudança por meio do aprendizado (VIEIRA, 2012).

A AS ocorrerá quando houver interação entre as novas informações adquiridas com uma estrutura do conhecimento específica, que é denominada subsunçor, onde os conceitos já aprendidos ficam armazenados (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). O uso do pré-teste colabora com a identificação de possíveis lacunas de conceitos relevantes para a compreensão do assunto. O professor precisa sempre levar em consideração os saberes prévios, não obstante não fará jus TAS.

Nas questões subjetivas 4 e 5 verificou-se os conhecimentos relacionados aos aspectos principais da *Chuva Ácida* que são as causas, consequências e as reações que nela acontecem, respectivamente. A quarta questão foi a seguinte:

4°) *Discorra acerca das causas e consequências da Chuva Ácida*

Todos os participantes afirmaram que a causa principal é a poluição. Todavia, as respostas não foram bem discutidas pois não houve menção dos compostos químicos responsáveis. No caso, os óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) e os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), assim como o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) (BROWN, 2005).

À vista disso, é importante que seja abordado em aulas futuras esses conceitos para que o entendimento do assunto, ou seja, que contemple todos os aspectos químicos possíveis para que a aprendizagem seja de forma pertinente.

Retoma-se a importância do pré-teste para o desenvolvimento da pesquisa a fim de colaborar com o saber científico dos sujeitos (JESUS, 2015). A partir do momento que é identificado a falta de conceitos importantes do assunto em questão é imprescindível que o professor aborde os mesmos para facilitar na compreensão, na aprendizagem (SARAIVA, 2017). Moreira (2011b) afirma que para ser um bom professor é necessário ser construtivista e facilitar a AS dentro do contexto escolar.

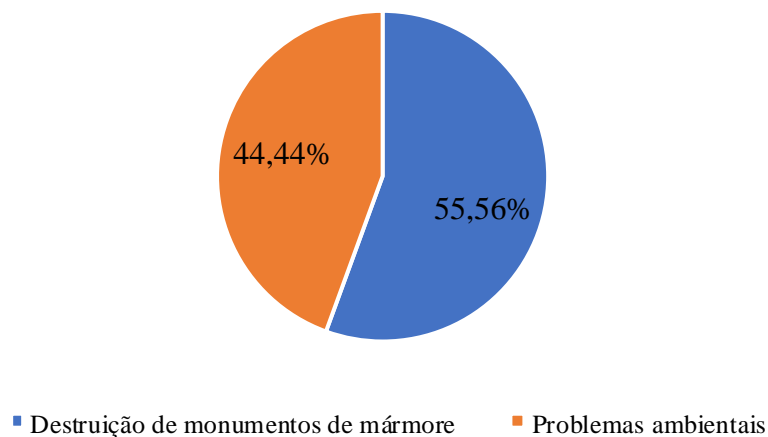
Moreira (2012) afirma que quando os estudantes chegam na universidade o que prevalece também é a aprendizagem mecânica. Os estudantes memorizam o conteúdo abordado muitas vezes nas vésperas das provas e depois esquecem rapidamente as informações adquiridas. Prevalece a cópia do conteúdo, a reprodução e o esquecimento. Não há subsunçores básicos perante a má formação no ensino médio. É vultoso trabalhar temas referentes à Química Ambiental, como a *Chuva Ácida*, que abordem os aspectos químicos cruciais para o entendimento.

Em relação às respostas referentes às consequências, 55,56% afirmaram sobre a destruição de monumentos e 44,44% sobre os problemas ambientais.

Segue abaixo o Gráfico 3 sobre as consequências mencionadas pelos estudantes.

**Gráfico 3** - Respostas dos sujeitos sobre quais consequências a Chuva Ácida proporciona

### Quais as consequências da Chuva Ácida?



**Fonte:** Autor, 2018.

As respostas apresentadas não estão erradas, contudo se pode observar a presença do senso comum, pois não há detalhamento sobre o processo quicá as substâncias envolvidas. A menção mais relevante foi feita pelo sujeito 4 que diz: “Os problemas ambientais são as principais consequências pois acarretará problemas nas plantações e acidificação dos rios e lagos em que há diminuição do pH e faz com que haja morte de diversas espécies”.

A última questão desse questionário foi:

5°) *Escreva abaixo as reações referentes à formação da Chuva Ácida especificando a função inorgânica a qual pertence.*

Nenhum estudante apresentou as reações envolvidas no processo da *Chuva Ácida*. Por fim, é necessária uma abordagem maior sobre a temática para que possam compreender por completo o assunto, logo as aulas sobre o tema são de suma importância para aquisição desse saber no qual haverá o entrelaçamento dos saberes prévios com os novos, ocorrendo a AS (MOREIRA, 2006). O ensino deve ter como foco também a formação de cidadãos éticos, críticos e reflexivos (LEMKE, 2006).

Destarte, perante o trabalho realizado por Jesus (2015) é importante a realização de pré-testes como uma das maneiras de se mapear quais os subsunçores disponíveis para ensinar

determinado conteúdo, e dos MC, que possibilitam observar a nova estrutura conceitual dos estudantes após a o término do trabalho tendo em vista a AS.

O processo de ensino e aprendizagem das ciências é um processo de ativa construção cognitiva em que o conhecimento já existente é tão ou mais importante do que aquele que será descoberto ou transmitido (SEQUERIA; FREITAS, 1989).

## **6.2 Atividade sobre os aspectos principais de um Mapa Conceitual**

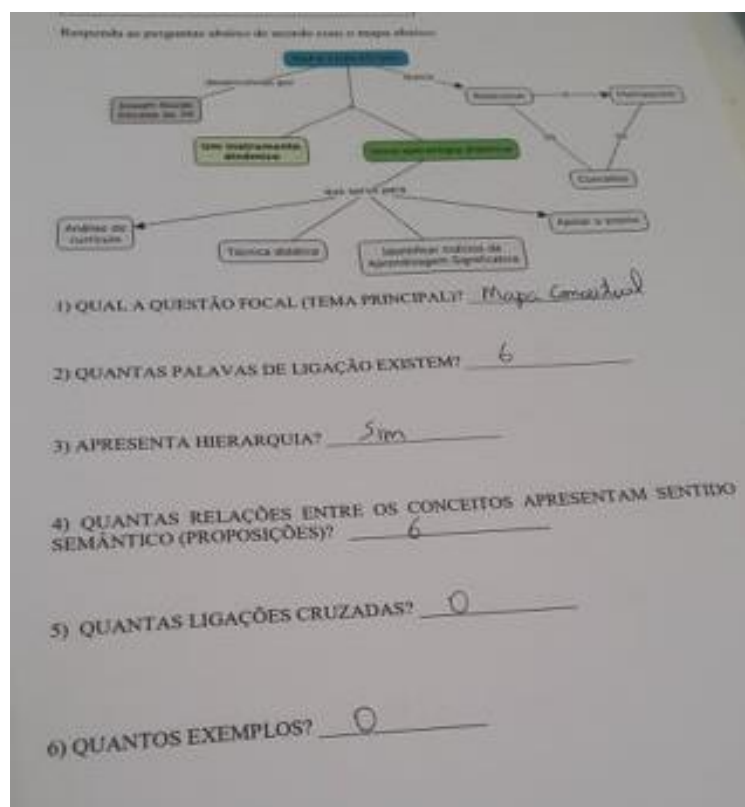
Aplicou-se uma atividade após a apresentação do aporte teórico sobre os MC com o propósito de corroborar na compreensão do assunto. A mesma possui seis questões cujo intuito foi identificar os principais aspectos que fazem parte de um mapa. As questões foram as seguintes:

- 1) *Qual a questão focal (tema principal)?*
- 2) *Quantas palavras de ligação?*
- 3) *Apresenta hierarquia?*
- 4) *Quantas relações entre os conceitos apresenta sentido semântico (proposições)?*
- 5) *Quantas ligações cruzadas?*
- 6) *Quantos exemplos?*

Os aspectos, no geral, foram os seguintes: questão focal, palavras de ligação, hierarquia, proposições, ligações cruzadas e exemplos. O mapa foi construído através do *software* Cmap Cloud.

Segue a Figura 6 na próxima página correspondente a resolução do sujeito 1. Veja o Apêndice D referente à essa atividade realizada.

**Figura 6** - Resolução da atividade pelo sujeito 1



Fonte: Autor, 2018.

Em relação a identificação da questão focal e sobre a hierarquia todos conseguiram identificar esses aspectos de maneira correta. A questão focal delimita o conteúdo a ser mapeado e é a forma mais eficiente para controlar o tamanho do mapa que condiciona também a apresentação de hierarquias (NOVAK; GOWIN, 1984).

Outro critério importante para a construção dos mapas e que relaciona as relações entre os conceitos de forma que apresentem sentido semântico (proposições) são as palavras de ligação. No total de 66,67% afirmaram que há 7 palavras de ligação, enquanto 33,33% disseram que possui 6. O total correto são 7 palavras de ligação.

Em relação as proposições os sujeitos tiveram bastantes dúvidas em relação a essa questão, em que apenas 33,33% acertaram, porém 66,67% erraram.

Apenas o sujeito 2 afirmou que há duas ligações cruzadas, enquanto os outros acertaram ao afirmar que não existem. No momento da discussão sobre a atividade o mesmo afirmou ter associado este conceito com as linhas existentes saindo das palavras de ligação “que serve para” e “os”. Após a discussão a dúvida foi sanada e com isso foi explicado novamente o que seriam as palavras cruzadas e sua importância.

O mapa apresentado na questão não apresenta exemplos de MC. Num montante de 77,77% dos sujeitos afirmaram que existem e apenas 22,22% não existem. Outros exemplos de mapas foram apresentados com “exemplos” a fim de exemplificar sobre esse aspecto.

Daí a importância desta atividade para reforçar na compreensão deste assunto que conforme evidenciado ninguém havia trabalhado com isso na graduação. As discussões das questões permitiram também um aprofundamento do conteúdo.

Os MC são um recurso para a aprendizagem conforme mencionado em que proporciona ao estudante a reconciliar, integrar e diferenciar os conceitos. As novas ideias são aprendidas à proporção que há pontos de ancoragem, nos quais as modificações acontecem na estrutura cognitiva (RODRIGUES, 2016).

A importância desta atividade proporciona um maior entendimento acerca da elaboração e análise das características principais o que possibilita uma melhor abordagem dos novos conceitos adquiridos através das aulas e da experimentação investigativa, destarte ajudará na identificação de indícios de uma AS (MOREIRA, 2006).

As questões permitem ao estudante refletir acerca da teoria abordada em sala de aula sobre MC e, com isso, corroborar na construção dos seus mapas para a apresentação dos conceitos retratados em sala. A validade do mapa como ferramenta avaliativa decorre de permitir ao professor constatar como o estudante está organizando ou reorganizando sua estrutura cognitiva em face dos novos conhecimentos (NOVAK; CAÑAS, 2010). Dado isso a relevância dessas questões pois nada adianta os estudantes terem o conhecimento acerca do assunto mas não sabem colocá-los no mapa. Pode haver um comprometimento no processo avaliativo.

Durante a construção do mapa, o professor pode intervir em tempo real auxiliando-o na superação de equívocos e dúvidas, no que lhe concerne, o estudante poderá identificar aspectos importantes em sua aprendizagem, bem como, poderá desenvolver habilidades e competências que sejam relevantes para seu desenvolvimento individual (O'DONNELL; DANSEREAU; HALL, 2002).

### **6.3 Experimentação investigativa acerca do tópico Chuva Ácida**

O enfrentamento de situações problemáticas vai além daquilo que o estudante memorizou para resolver tais situações. Essas situações devem exigir mudanças do conhecimento aprendido em que as ações podem ser expressas através da linguagem oral ou

escrita. Reescrever aquilo que aprendeu ou tomar decisões frente ao problema proposto são transformações do conhecimento original (GUIMARÃES, 2009).

A experimentação deve ir além de uma mera observação dos fatos e acontecimentos no qual requer a compreensão do procedimento realizado para que o novo conhecimento seja adquirido pelos sujeitos (SARAIVA, 2017).

Caso não seja abordado atividades que remetam ao modelo de ensino tradicional alguns objetivos podem ser alcançados através da experimentação conforme o trabalho de Blosser (1998). Há cinco grupos de objetivos que são apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5** - Objetivos a serem alcançados através da experimentação

<b>Grupos</b>	<b>Objetivos a serem atingidos</b>
Habilidades	Manipular, investigar, organização, indagar e a comunicação.
Conceitos	Sugerir hipóteses, modelo teórico e categoria taxionômica.
Habilidades cognitivas	Pensar de maneira crítica, saber solucionar problemas e analisa-los.
Compreensão da natureza da ciência	Empreendimento científico, a forma e como os cientistas trabalham, a existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas.
Atitudes	Instigar a curiosidade, ao interesse, a objetividade, a perseverança, a satisfação, a responsabilidade, ao consenso, a colaboração e gostar do assunto.

**Fonte:** Autor, 2017. Baseado em Blosser (1988).

O professor deve refletir na sua ação, verificando se o estudante entendeu os fenômenos químicos realizados na aula prática, fazendo com que haja discussões acerca da atividade proposta. O docente refletindo no exercício efetivo da sua prática pedagógica poderá tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo possibilitando a compreensão da atividade proposta. É o momento de investigar os acontecimentos surgidos no contexto da ação para uma possível nova orientação (SHÖN, 2000).

Para a realização da experimentação de cunho investigativo foram formadas quatro equipes, sendo três duplas e um trio. Os estudantes ficaram livres para a formação das suas

equipes. Eles propuseram hipóteses para a execução da atividade e não houve apresentação de um roteiro para a execução da mesma.

A forma da execução da atividade trata-se do nível 2 de acordo com a estrutura organizacional em escala de diretividade realizada por Costa *et al.* (1985, *apud* Gondim e Mól 2006). No caso, a indagação foi colocada, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto e isso condiz com esse tipo de experimentação.

As atividades investigativas começam sem que haja nenhum roteiro pronto em que se inicia com uma ou mais questões problematizadoras, sendo que antes são abordadas as partes teóricas necessárias para discutir sobre as questões (GONDIM; MÓL, 2007). De acordo com Kasseboehmer e Ferreira (2013, p. 151): “[...] os estudantes participam ativamente do processo de aprendizagem, comportando-se proximamente ao modo como os cientistas constroem o conhecimento”. Giani (2010) afirma que o professor precisa estar atento para que os estudantes não se percam na atividade devido à falta de um roteiro no qual geralmente estão habituados a seguir.

Consoante Kasseboehmer e Ferreira (2013) há três etapas fundamentais a serem seguidas para o trabalho do cientista que são: elaboração de hipóteses, exploração de estratégias para verificar a coerência delas e a discussão coletiva para sua aceitação ou refutação das mesmas.

Os estudantes em grupo cogitam uma hipótese e a partir dela buscam estratégias para confirmar ou não a proposta realizada. Trata-se de uma atividade cooperativa que se encontra segundo o contexto da TAS (AUSUBEL, 2003). É importante um planejamento de forma criteriosa do material avaliativo que será utilizado para a formação de subsunçores (MOREIRA, 2012). A experimentação investigativa poderá ajudar neste processo (SARAIVA, 2017).

Foi lançado como problematização para a elaboração das hipóteses a seguinte questão: “*Por qual razão uma flor ou matos mudam de coloração quando em contato com a Chuva Ácida?*”. Identificou-se certa curiosidade e interesse dos estudantes sobre a questão proposta já que refletiram bastante a respeito pois deveriam verificar se de fato isso acontece e como.

Vale ressaltar que é necessário que o professor tenha ânimo e curiosidade para instigar os estudantes sobre os fenômenos que acontecem, estimular os mesmos a formular perguntas sobre aquilo que se observa (CAMPOS; NIGRO, 1999). Consoante Barberá e Valdés (1996) o aprender a fazer ciências deveria ser valorizado na Educação Superior durante o trabalho a

ser realizado no laboratório já que o objetivo é a formação de pessoas com capacidade investigativa.

A experimentação na formação de professores de Química há ausência de problemas investigativos em que o foco é o desenvolvimento do processo e a comprovação da teoria através de uma demasia de aulas. Conforme Gondim e Mól (2006):

Reiterando o papel investigação da experimentação e em virtude da ausência da exploração dos fenômenos químicos (abordagem fenomenológica) e da inter-relação destes com os níveis teórico e representacional durante o Ensino Médio, a experimentação em disciplinas básicas de um curso de química no ensino superior deve propiciar momentos com tais interrelações. As atividades experimentais podem também estar mais apoiadas no conhecimento e aquisição de conteúdos procedimentais, relativos à prática científica e, no caso, à prática química (GONDIN; MOL, 2006, p. 5).

É importante a preparação do professor desde a sua formação inicial no que tange a criticidade, reflexão e discussão acerca dos conteúdos apresentados. A experimentação é uma excelente ferramenta para a sua formação além do que faz parte da associação da teoria com a prática facilitando o processo de compreensão do saber científico (HODSON, 1994).

Hodson (1994) assevera que os estudantes precisam ser estimulados para expor suas explicações sobre o estudo que estiver sendo realizado para que com isso o professor possa ajudar a modificar as ideias inadequadas sem desprezá-las ou reiniciá-las. Retoma-se nesta discussão a importância da utilização de um pré-teste para ajudar nessa identificação de saberes prévios para auxiliar o professor na abordagem dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula.

Houve o levantamento de diferentes hipóteses e estratégias em sala a fim de responder à questão. Isso faz jus a experimentação investigativa pois envolve problematização, elaboração e posteriormente teste de hipóteses (SARAIVA, 2017). Neste momento o pesquisador ajudou nas análises e tomadas de decisões para a realização da atividade cujo objetivo foi ajudar na escolha do caminho mais propício para responder o questionamento. Destarte, depois de muitas discussões, decidiu-se o método a ser realizado.

Diante disso, os estudantes foram levados ao laboratório de Química do IFCE-Campus Maracanaú para verificar a disponibilidade e montagem do material. Após essa análise final decidiu-se utilizar os seguintes materiais e vidrarias: um pedaço de flor e folha, frascos para reagentes, solução de fenolftaleína, solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 molar, enxofre em pó, espátula e fósforo.

Todos esses materiais tinham no laboratório de Química do IFCE- *Campus* Maracanaú. As flores e folhas foram retiradas da própria instituição de ensino que é muito arborizada. São apresentados na Figura 7 alguns materiais utilizados:

**Figura 7** - Alguns materiais utilizados no experimento.



**Fonte:** Autor, 2018.

Construiu-se com a ajuda de um professor da instituição uma haste para acoplar o pedaço da flor e da folha assim como para colocar o enxofre em pó. Para isso utilizou-se uma rolha e nela foi colocada três hastes metálicas conforme a Figura 8 a seguir. Dessa forma seria possível queimar o enxofre e verificar os efeitos causados tanto na folha como na flor.

**Figura 8** - Haste metálica acoplada na rolha.



**Fonte:** Autor, 2018.

Para realização do experimento os estudantes, em equipes, sendo três duplas e um trio, colocaram em torno de 100 mL de NaOH 0,01 molar assim como duas gotas de fenolftaleína. De imediato, a solução ficou rósea devido à presença da substância alcalina (NaOH). O enxofre foi queimado com a utilização de fósforo para que houvesse a formação de óxidos de enxofre (BROWN, 2005). A Figura 9 mostra esse fenômeno:

**Figura 9** - Adição de hidróxido de sódio 0,01 molar e fenolftaleína



**Fonte:** Autor, 2018.

Os estudantes usaram os seus conhecimentos adquiridos e os compartilharam através das discussões cujo intuito foi melhorar ou inter-relacionar as ideias com os novos saberes. Buscou-se suscitar dúvidas em relação aos saberes prévios acerca da situação problematizadora apresentada o que direciona a uma AS. “O aluno deve ter a liberdade de propor hipóteses, discuti-las, testá-las, reformulá-las ou reprová-las, sob mediação do professor” (OLIVEIRA; SOARES, 2010, p. 3).

Segundo Campos e Nigro (1999) um ambiente de cooperação em que sejam respeitadas todas as opiniões apresentadas assim como uma visão de interpretação, e não um mero conjunto de respostas já definidas. Desta forma, todos os sujeitos se sentirão importantes dentro do processo de ensino e aprendizagem.

A Figura 10 mostra o momento exato da formação dos gases por causa da queima do enxofre:

**Figura 10** - Processo de formação dos gases



**Fonte:** Autor, 2018.

Conforme verificado acima a rolha impede que o gás escape para o ambiente. Na Figura 6, constata-se a mudança de coloração da solução de rósea para incolor, isso sendo possível devido à formação de ácido, logo a solução fica incolor devido a diminuição do pH. Essa mudança de cor foi por causa da fenolftaleína (BROWN, 2005).

**Figura 11** - Formação do ácido e mudança de coloração



**Fonte:** Autor, 2018.

A experimentação deve ir além da comprovação das teorias onde deve propiciar uma abordagem problematizadora em que os sujeitos se sintam ativos na construção do conhecimento (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013). Eles precisam ser instigados a questionar, expor e discutir suas ideias. Segundo o trabalho de Saraiva (2017) a utilização de experimentos proporcionaram a interação dos subsunçores com o novo conceito aprendido na estrutura cognitiva do estudante de maneira não literal e não arbitrária, tal fato condiz com a TAS.

Os estudantes durante a atividade explicaram cada aspecto envolvido sobre a experiência realizada e foi colocado no quadro branco as reações que aconteceram neste processo. Todos souberam explicar de maneira satisfatória. Isso foi devido às hipóteses realizadas o que facilitou para o entendimento das reações envolvidas. Lemke (2006) assevera a importância do ensino voltado a formação de cidadãos éticos, críticos e reflexivos.

Foi possível verificar a mudança de conceitos e a ressignificação através da atividade em que os estudantes associaram os conceitos vistos em sala de aula na prática. Os saberes prévios e os novos foram de sua importância para a realização da atividade, caso contrário não teriam conhecimentos suficientes para proporem tal experimento. Retoma-se novamente a importância do professor no processo de execução da atividade.

#### **6.4 Análise das entrevistas**

Através da entrevista, elemento essencial no estudo de caso, foi possível constatar a importância da atividade dentro da formação inicial dos professores sobre a temática abordada assim como verificar se tal atividade seria utilizada futuramente através das respostas dos sujeitos. A entrevista foi realizada no laboratório de Química do IFCE- *Campus* Maracanaú.

Houve a transcrição de algumas falas para discutir sobre a importância da atividade realizada. Para isso foram feitas duas questões. A primeira questão foi a seguinte:

- 1) Qual a contribuição que a experimentação investigativa pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem?*

Todos os participantes afirmaram a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem assim como para a sua formação. Merece destaque a fala do sujeito 1. Segue o diálogo a seguir:

- Pesquisador: Qual a contribuição que a experimentação investigativa pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem?

- Sujeito 1: A contribuição do modo geral ela é de grande auxílio para o ensino e a aprendizagem, por conta de que parte dos alunos não têm um conhecimento tão prático que é um trabalho bem mais visual que a gente costuma ver em sala de aula. A gente tem conhecimento de sala porém a gente não tem conhecimento total do que pode trabalhar no laboratório. Eu acredito que é de extrema importância esse tipo de experimentação investigativa. O fato da explicação teórica foi muito importante para a investigação do fenômeno. (SUJEITO 1).

Conforme Gondim e Mól (2006, p. 4): “A experimentação investigativa favorece as relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das ciências (nesse caso, Química) e também o surgimento de discussões dialógicas entre estudantes e entre esses e o professor”. O professor deve ficar responsável em abordar a linguagem científica e com isso analisar os conceitos químicos de forma condizente com o saber científico.

Os saberes prévios também devem ser levados em consideração e diante disso a reflexão durante as aulas é essencial para que as ideias possam ser explícitas e que se inter-relacionem com os novos conceitos científicos (AUSUBEL, 2003). Cabe aos estudantes com o intermédio do professor reestruturar as ideias em sua estrutura cognitiva para se chegar a sua conclusão (SARAIVA et al, 2017).

Os sujeitos não tiveram receio na realização das atividades, conforme demonstraram, pois tinham ciência que poderiam tentar novamente caso houvesse algum erro pois estavam trabalhando com hipóteses na execução da atividade. Dito isto, merece destaque a fala do sujeito 4:

- Sujeito 4: Traz muita contribuição pois os professores focam apenas na teoria sem fazer associação com a prática. Essa experimentação investigativa foi bem interessante pois percebi que a sala toda se mobilizou em descobrir como constatar na prática de alguma forma a existência da chuva ácida, que já é por si só ácida, mas como ver a associação da parte teórica com a prática é muito importante. Sabia que poderia tentar novamente e ficou um mistério para descobrir de fato o fenômeno. (SUJEITO 4).

Eles devem ser estimulados a não ter medo de errar sobre os acontecimentos, devem se sentir confiantes onde tudo que for dito deve ser considerável e analisado cuidadosamente. A experimentação trata-se de um veículo legitimador do conhecimento científico em que os dados obtidos através do experimento constituem a palavra final sobre a compreensão do fenômeno analisado. O erro caso aconteça no desenvolvimento da atividade conforme Bachelard (1996) é considerado importante para o progresso da ciência pois impulsiona uma calma em relação ao estímulo e proporciona também uma discussão mais aprofundada do fenômeno.

Conforme Giordan (1999, p. 46): “Uma experiência imune a falhas mimetiza a adesão do pensamento do sujeito sensibilizado ao que supõe ser a causa explicativa do fenômeno, em lugar de promover uma reflexão racionalizada”. Uma experimentação aberta a erros e acertos proporciona um comprometimento com a aprendizagem pois a considera como estratégia para a resolução de uma problemática.

De acordo com o mesmo autor a experimentação deve ser tomada como parte de um processo pleno de investigação em que é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino, pois deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas.

A experimentação durante a graduação não pode ser exercida geralmente através de simples exercícios feitos em um dado momento em que simplesmente irá ilustrar uma aula teórica. Outro aspecto é que deve existir motivação acerca da atividade proposta tendo em vista não apenas executar a atividade perante habilidades manipulativas nos laboratórios. (BLESSER, 1988).

Em relação a segunda pergunta os sujeitos deveriam falar se utilizariam ou não roteiro para a execução dessa atividade. Segue a mesma a seguir:

2) *Você preferiria a utilização de um roteiro para a realização da atividade referente à temática Chuva Ácida? Por quê?*

Totalizando 22,22% afirmaram que seria interessante utilizar um roteiro, porém apenas no Ensino Médio. Enquanto 77,78% afirmaram ser dispensável a utilização do roteiro.

Merece destaque a fala do sujeito 5. Veja a transcrição do diálogo a seguir:

- Pesquisador: Você preferiria a utilização de um roteiro para a realização da atividade referente à temática Chuva Ácida? Por quê?
- Sujeito 5: Não utilizaria roteiro enquanto professor da Graduação pelo fácil entendimento da atividade experimental e também instiga o aluno a pensar. Eu por exemplo tive que pensar bastante para responder as perguntas referentes às reações. Não estava acostumado com isso mas gostei bastante pois entendi todo o procedimento. Eu utilizaria no Ensino Médio, talvez lá fosse necessário para prender a atenção dos alunos. (SUJEITO 5).

Para que esse tipo de atividade seja incluído dentro do contexto escolar os professores e estudantes devem estar preparados para as mudanças de concepções que a experimentação investigativa ordena (HODSON, 1988).

É necessário que esse preparo seja iniciado na formação docente inicial nos quais o conceito de atividades experimentais investigativas deva ser definido e debatido para que

sejam conduzidas de uma maneira que leve o futuro professor à reflexão de suas ações dentro do ensino e, conseqüentemente, ajudar os estudantes no entendimento do saber científico (REZENDE, 2014).

A razão para se utilizar essas atividades é que permitem o desenvolvimento de habilidades cognitivas o que faz com que essa atividade seja essencial dentro da educação pois corrobora na formação de indivíduos que sejam críticos e reflexivos contribuindo para o seu raciocínio lógico (GIANI, 2010; REZENDE, 2014).

Os professores ao executarem tais atividades não devem ter a visão de apenas comprovar a teoria vista em sala de aula no laboratório. É imprescindível revisar os conceitos já abordados onde muitos professores também só focam em uma mera coleta de dados desvinculados a vida dos estudantes (SARAIVA, 2017).

Desta forma, os objetivos de compreender, avaliar e interpretar que fazem parte do processo cognitivo acabam ocorrendo de forma insatisfatória. Giordan (1999) assevera que a elaboração do conhecimento científico se apresenta dependente da experimentação, porque a organização desse conhecimento ocorre preferivelmente nos intermédios da investigação.

Caso seja permitido o protagonismo do estudante permitindo que realize suas investigações próprias, refletindo sobre o progresso da atividade em prol do objetivo proposto através da interpretação do fenômeno condicionará a uma contribuição do desenvolvimento de seu entendimento pessoal e o desenvolvimento do conhecimento científico.

Os experimentos são um excelente meio para a consecução do saber científico, entretanto muitos aspectos da ciência não são intrinsecamente relacionados à experimentação já que muito do progresso teórico da ciência foi desenvolvida e reforçada também por outras formas de análise, como por exemplo a geologia em que determinados estudos não requerem o uso de nenhum experimento. Há experimentos que são indesejáveis por razões éticas, portanto o conhecimento teórico não se restringe a experimentos (HODSON, 1988). A experimentação não pode ser considerada como uma atividade que conseguirá alcançar todos os objetivos da aula proposta (HODSON, 1994).

Como aponta Hodson (1994) para alcançar a compreensão do que se almeja se deve também utilizar outros sistemas de “aprendizagem ativa”, como o uso de simulações, casos históricos, computadores e atividades que proporcionem debates. Isso pode ser usado antes, durante e/ou depois da experimentação. Utilizou-se MC para dar robustez ao trabalho.

### 6.5 Discussão dos MC elaborados após a experimentação

No penúltimo encontro após a atividade realizada no laboratório os sujeitos elaboraram um mapa conceitual referente ao assunto abordado para ajudar na identificação de indícios de uma AS.

O uso dos MC podem ser utilizados como estratégia de ensino para organizar e comunicar conhecimentos em que o professor pode relembrar conceitos já trabalhados em sala de aula. Ao preparar um mapa acerca do conteúdo, no caso, da *Chuva Ácida*, explicita a hierarquia e ligações entre os conceitos aprendidos pelos estudantes (NOVAK; GOWIN, 1984). Conforme Moreira (2011a) o uso de MC podem ser usados já que os mesmos foram criados a fim de promover a AS.

Em relação aos tipos de mapas propostos por Tavares (2007) verificou-se que todos realizaram o hierárquico, em que partiram do conceito mais geral para os mais específicos, que faz jus à TAS. É importante essa análise para verificar a forma como o mapa foi construído. O tipo hierárquico condiz com os pressupostos explicitados da TAS (MOREIRA, 2011b).

A AS se dá de forma mais fácil quando os conceitos mais amplos são apresentados primeiro, e progressivamente vai se promovendo a diferenciação nas especificidades, ou seja, há uma ideia de hierarquização dos conceitos colocados (NOVAK; GOWIN, 1984).

Neste trabalho os MC elaborados pelos estudantes passaram por uma análise quantitativa seguindo as orientações de Joseph Novak. Não foram analisados mapas corretos ou errados, mas sim, se os mesmos estão organizados perante o estudo realizado e se apresentam evidências de uma AS baseadas nas associações cognitivas realizadas sobre o assunto.

Uma análise qualitativa também foi realizada a fim de verificar os aspectos mencionados, no caso, se os conceitos estão presentes de forma significativa na estrutura cognitiva do estudante. Ao final houve a explicação de forma oral sobre o mapa elaborado.

Quando ocorre a finalização de uma tarefa de aprendizagem os MC mostram um esquema do que foi aprendido (NOVAK; GOWIN, 1984). Adicionalmente, Rovira (2016) assevera que o uso dos mapas corroboram para facilitar a aprendizagem, portanto são instrumentos relevantes no ensino.

A confecção dos mapas foi realizada de maneira individual. Abaixo segue o Quadro 6 com as análises realizadas.

**Quadro 6 - Pontuação dos MC elaborados no final da pesquisa**

<b>Identificação</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Pontuação</b>
<b>Sujeito 1</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	12	24
	Proposições	13	13
	Ligações Cruzadas	0	0
	Exemplos	0	0
			<b>Total: 42 pontos</b>
<b>Sujeito 2</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	8	16
	Proposições	8	8
	Ligações Cruzadas	0	0
	Exemplos	0	0
			<b>Total: 29 pontos</b>
<b>Sujeito 3</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	9	18
	Proposições	10	10
	Ligações Cruzadas	1	2
	Exemplos	6	6
			<b>Total: 41 pontos</b>
<b>Sujeito 4</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	12	24
	Proposições	11	11
	Ligações Cruzadas	0	0
	Exemplos	1	1
			<b>Total: 41 pontos</b>
<b>Sujeito 5</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	11	22
	Proposições	15	15
	Ligações Cruzadas	1	2
	Exemplos	2	2
			<b>Total: 46 pontos</b>
<b>Sujeito 6</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	9	18
	Proposições	12	12
	Ligações Cruzadas	0	0
	Exemplos	1	1
			<b>Total: 36 pontos</b>
<b>Sujeito 7</b>	Hierarquia	1	5
	Palavras de ligação	0	0
	Proposições	0	0
	Ligações Cruzadas	0	0
	Exemplos	0	0
			<b>Total: 5 pontos</b>
<b>Sujeito 8</b>	Hierarquia	2	10
	Palavras de ligação	11	22
	Proposições	11	11

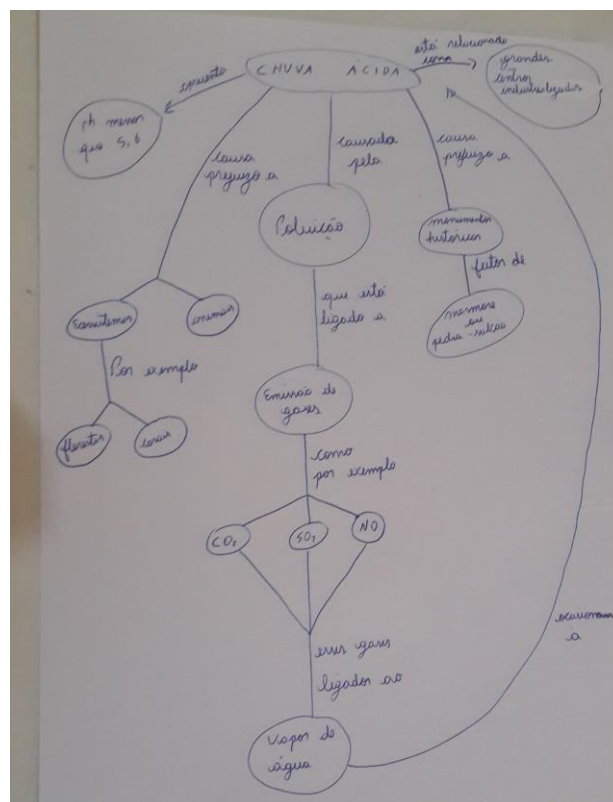


No processo de inter-relação do saber novo com o já existente na estrutura cognitiva do estudante, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento, não é um ser passivo no processo de ensino e aprendizagem (MILITÃO, 2015).

Os MC utilizados nas atividades de laboratório podem facilitar a compreensão do conteúdo já que descomplexifica para os estudantes perceberem o caráter evolutivo do conhecimento científico no qual o mesmo não é apresentado como uma verdade absoluta que não seja capaz de sofrer alterações (SEQUERIA; FREITAS, 1989).

Pode-se notar também no mapa construído pelo sujeito 5, na Figura 13, que houve também uma evolução dos conceitos, considerando sua concepção prévia.

**Figura 13** - Mapa elaborado pelo sujeito 5



Fonte: Autor, 2018.

Percebeu-se nesse mapa a presença de uma ligação cruzada que está relacionada ao modo como os sujeitos realizam as ligações conceituais. Desta forma houve a reconciliação integradora em que se reconhece novas relações entre conceitos ou proposições. A

diferenciação progressiva é o princípio em que os conceitos adquirem maior significado à medida que vão sendo abordados (MOREIRA, 2011a).

Esses vão ganhando significados mais vigorosos consoante novas ligações que se estabelecem na rede cognitiva do estudante. Fato esse também observado com a exemplificação dos óxidos e das causas e consequências que foram pouco abordados no pré-teste.

De acordo com Saraiva (2017) e Santos (2017) o diagnóstico dos conhecimentos prévios no início da implementação, através do pré-teste como foi intitulado, foi de suma importância, pois atribuiu significado aos conhecimentos prévios, elemento crucial para a AS. As explicações orais dos mapas foram coerentes com a proposta, evidenciando indícios de uma AS, pois se verificou no diagrama a hierarquização e a diferenciação progressiva.

Como evidenciado os estudantes já possuíam os subsunçores necessários em sua estrutura cognitiva possibilitando a ancoragem de novas ideias, por conseguinte é provável a ocorrência da interação entre ambos. Esse aprimoramento dos significados conceituais na estrutura cognitiva diz respeito a diferenciação progressiva. A reconciliação integradora também aconteceu devido à essas novas inter-relações entre os conceitos no sentido de evidenciar os aspectos de similaridades e diferenças (MENDONÇA; CORDEIRO; KIILL, 2013).

Os MC utilizados com outras estratégias de ensino podem facilitar a compreensão da natureza do conhecimento científico seja realçando o seu caráter evolutivo, despidendo-o do seu caráter dogmático ou ilustrando a forma que esse saber é construído (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Resumidamente, a TAS apresenta um olhar diferente sobre a forma como o indivíduo organiza e integra o conhecimento nas estruturas já existentes, atribuindo novos significados a conhecimentos efetivo ou simplesmente, incorporando novos conhecimentos nas estruturas construídas.

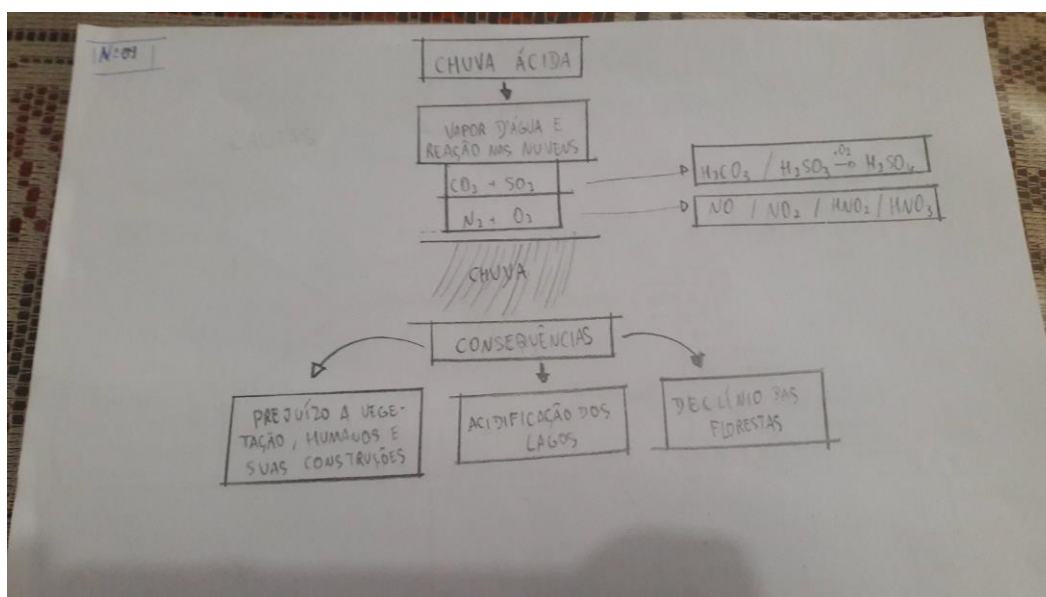
Adicionalmente, Gil-Pérez (1993) assevera que a falta de reflexão acarretará numa aprendizagem em que tanto os professores quanto os estudantes serão passivos no processo em que se segue apenas um roteiro. No momento da elaboração dos mapas há reflexão em conjunta com a atividade realizada no laboratório. Através do uso dos MC pode facilitar a identificação de indícios de uma AS.

Merece destaque o mapa elaborado pelo sujeito 7 em que obteve apenas 5 pontos. O mapa não apresenta palavras de ligação e proposições, o que demonstra que não houve uma AS. Ele explanou o seguinte:

A Chuva Ácida é composta por vapor d'água nas suas nuvens e a sua acidificação se deve a liberação de óxidos que são composto binários com a presença de oxigênio e com isso há formação de ácidos, como o sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e o nítrico ( $HNO_3$ ). As consequências são prejuízo a vegetação, humanos e suas construções, acidificação dos lagos e declínios das florestas. (Sujeito 7).

A sua explicação oral foi satisfatória acerca do conteúdo, porém se percebeu certa má vontade ao explicar. Vale ressaltar que foi um dos participantes que preferem a utilização de roteiro na atividade realizada. Veja o mapa realizado na Figura 14:

**Figura 14** - Mapa elaborado pelo sujeito 7



**Fonte:** Autor, 2018.

Não foi apresentado palavras de ligação sob as linhas que unem os conceitos. Diante disso pode-se inferir que não houve uma compreensão de muitos conceitos. Um dos quesitos para que ocorra a AS é a predisposição para aprender, variável determinante neste processo. Em outras palavras, essa predisposição para aprender é quando o estudante está interessado em aprender os conteúdos que serão expostos pelo professor de forma que sua intenção não seja simplesmente em memorizar o assunto (AUSUBEL, 2003).

É necessário utilizar situações que sejam novas para intensificar o processo de ensino e aprendizagem. Os usos dos desafios corroboram para isso conforme evidenciado. O processo de compreensão e, aprendizagem, depende do que ele já sabe (NAVARRO, 2008). O

desenvolvimento de novas metas é imprescindível onde devem contribuir dentro do processo de ensino e aprendizagem (LEMKE, 2006).

De maneira geral, os MC quando utilizados como instrumento avaliativo possibilitam tanto ao professor quanto ao estudante a percepção da identificação dos conceitos mais relevantes, assim como as relações entre os mesmos que foram estabelecidas.

Usá-los como estratégia em prol do ensino e aprendizagem em caráter avaliativo é provocar reflexões e até debates dentro do ensino de Química na busca da compreensão dos conceitos químicos em construção no qual possibilita orientar ações à promoção de superação e avanços em prol do saber.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O professor deve estar em constante questionamento durante todo seu percurso profissional e sempre buscar mais conhecimento. Ele é um contínuo estudante aberto a sempre refletir, trata-se de uma formação constante e renovação que supere a mera transmissão de conhecimento.

Em vista disso, a formação inicial de professores de Química precisa ser debatida. Pensando nessa emancipação, a formação inicial de professores deve levar ao estudante a conseguir uma concepção pedagógica na qual o questionamento da realidade, a discussão e a interpretação dos conhecimentos são estabelecidos.

Os graduandos podem encontrar dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, no entanto com a utilização da TAS pode apresentar efeitos positivos por estimular a aprendizagem concreta. Diante disso, é necessário que os docentes desenvolvam habilidades e promovam metodologias que proporcionem a interação, de maneira substantiva e não-arbitrária, entre os conhecimentos que os discentes já possuem e os novos conteúdos para que a aprendizagem deixe de ser mecânica e torne-se significativa.

É fundamental reexaminar formas e metodologias de ensino nas quais os estudantes possam ser reflexivos e serem mais ativos no processo de ensino e aprendizagem. Os professores devem instigar os estudantes a pensar, a questionar sobre a atividade, discutir as hipóteses tendo em vista a forma como será executada e assim chegar nas suas próprias conclusões. A abordagem experimental investigativa pode ser considerada marcante dentro do ensino de Química já que corrobora no processo de ensino e aprendizagem.

Diante dos estudos realizados concluiu-se que os MC podem facilitar a compreensão dos saberes científicos e são um instrumento potencializador para a ocorrência da AS. Essa é uma estratégia que pode ajudar o estudante a hierarquizar os conceitos assim como facilitar a compreensão dos assuntos abordados. Quando os mapas são utilizados com outras metodologias de ensino podem facilitar a compreensão da natureza do conhecimento científico realçando o seu caráter evolutivo.

A experimentação investigativa mostrou ser uma estratégia promissora na temática *Chuva Ácida* abordando os conceitos iniciais de ácidos e óxidos, visto que facilita a compreensão do novo saber em que instiga ao estudante ser participativo. Espera-se, ainda, instigar uma maior utilização desse tipo de atividade em que não é seguido um roteiro pré-estabelecido a fim de que se fuja do modelo tradicional de ensino e, principalmente, facilite a compreensão do conteúdo químico.

O trabalho pode auxiliar futuros professores e futuras pesquisas no meio acadêmico para corroborar no processo de ensino e aprendizagem em prol de uma AS através da utilização de uma experimentação investigativa como estratégia metodológica com a utilização de MC que auxilia nesse processo.

## REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, J-P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Campinas: Papirus, 1995.
- ACÁCIO, M. L. B. M. **Mapas Conceituais como ferramentas de Aprendizagem Significativa na formação de professores de Biologia: limitações e possibilidades**. Dissertação. Universidade Federal do Acre, Acre, 96f, 2016.
- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como Fazer Bons Mapas Conceituais? Estabelecendo Parâmetros de Referência e Propondo Atividades de Treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Científica**, vol. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.
- ANDRADE, B.L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **ENSAIO: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. e, n.2, p. 1-11, 2002.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick e outros da segunda edição. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BABBIE, E. **Métodos de Pesquisa de Survey**, Tradutor Guilherme Cezarino - Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- BACHELARD, G. **A Epistemologia**. O saber da Filosofia. Edições 70. Rio de Janeiro. 1971.
- \_\_\_\_\_, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1996.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n.3, p. 365-379, nov., 1996.
- BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.
- BLOSSER, P. E. O papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução MOREIRA. M. A. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 74-78, 1988.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL, **Resolução de nº 466**, 12 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html)>. Acesso em: 09 jan. 2017.
- \_\_\_\_\_, **Resolução Nº 196/96**, Comissão Nacional de Ética Em Pesquisa, Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. Funções da química inorgânicas funcionam?. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 18-22, 1999.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática das ciências: o ensino e aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CONCEIÇÃO, A. N. **Estudos sobre o uso de mapas conceituais na avaliação da aprendizagem: a importância do formato da tarefa**. São Paulo. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2016.

DEWEY, J. **Os Pensadores**. Editor Victor Civita. São Paulo, 1980.

DUIT, R. On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, 75 (6), 649-672, 1991.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

\_\_\_\_\_, U. **Introducción a la Investigación Cualitativa**, Ediciones Morata S. L., Madrid, 2004.

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

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, D. et al. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIORDAN, M. **O papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. In: *Química Nova Escola*, nº 10, pp. 43-49, 1999.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**. São Paulo, v.35, n. 2, p. 57 – 63, 1995.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. **Experimentos investigativos em laboratório de Química fundamental**. [s.n], 2006.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e Descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

\_\_\_\_\_, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório**. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994

JESUS, B. C. **Mapa conceitual como ferramenta para o ensino das leis da termodinâmica**. 2015. 125f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 2015.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 144 –168, 2013.

LEAL, M. C. **Didática da Química: Fundamentos e práticas para o ensino médio**. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias**, v. 24(1), p. 5-12, 2006.

LIMA, J. A. et al. Avaliação da aprendizagem em química com uso de mapas conceituais. **Thema**, Ceará (Fortaleza), v. 14, n. 2, p.194-208, nov. 2017.

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

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. **Enseñanza d de las Ciencias**, Barcelona, v.11, n. 3, p. 324-330, 1993.

LUDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MASINI, Elcie Aparecida F. Salzano. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1)**, p. 16-24, 2011.

MEIRINHOS, M; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EduSer: revista de educação**. 2(2), p. 49-65. 2010. Disponível em: [www.eduser.ipb.pt/index.php/eduser/article/viewFile/61/41](http://www.eduser.ipb.pt/index.php/eduser/article/viewFile/61/41). Acesso em: 26 nov. 2017.

MENDONÇA, M. F. C.; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K. B. Uso de mapas conceituais em aula experimental de Química Geral. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 825-830, 2013.

MILITÃO, Ezequiel Pereira. **Desenvolvimento de Aprendizagem Significativa nas Aulas de Físico-Química no Ensino Médio: Utilização de Mapas Conceituais e Kits Experimentais**. Boa Vista-RR: UERR, 2015. Dissertação, Universidade Estadual de Roraima de Roraima, 2015.

MINAYO, M.C. S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**, 22 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro; Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.

\_\_\_\_\_, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes Ltda., 1981.

\_\_\_\_\_, M. A. **Aprendizagem Significativa: Um conceito subjacente**, 1997. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>. Acesso em: 02 ago. 2017.

\_\_\_\_\_, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

\_\_\_\_\_, M. A. Marcos Antônio. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_, M. A. **O que é afinal Aprendizagem significativa? *Qurrriculum***, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: < <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2017.

\_\_\_\_\_, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011b

\_\_\_\_\_, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. do autor, 2005.

\_\_\_\_\_, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A teoria da aprendizagem significativa**. 1º ed. Porto Alegre: não informado, 2009, (compilação de trabalhos publicados).

NAVARRO, M. R. **Procesos Cognitivos y Aprendizaje Significativo**. Madrid. Comunidad Autónoma. Servicio de Documentación y Publicaciones, 2008.

NOVAK, J. D. **Uma teoria da educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29. 2010. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/pdf/894/89413516002.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2017.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano. Edições Técnicas. Tradução de Learning how to learn. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1984.

O'DONNELL, A. M.; DANSEREAU, D. F.; HALL, R. H. Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. **Educational Psychology Review**, v. 14, p. 71-86, 2002.

OLIVEIRA, N; SOARES, M. H. F. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília. **Anais**, 2010.

PEREIRA, D. C. **A Epistemologia da Química e a Estrutura e Lógica dos seus Discursos**. p.1-10, 1995. Disponível em: <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/581/article/3000697/pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez, 2014.

PONTES NETO, J. A. S. **Sobre a aprendizagem significativa na escola**. In: MARTINS, E. J. S. et. al. Diferentes faces da educação. São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001. p. 13-37.

REZENDE, F. C. **Contribuições da atividade experimental investigativa para a formação inicial de professores**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade de Franca, Franca -SP, 2014.

RODRIGUES, A. A. **Atividades Experimentais no Ensino de Física tendo Mapas Conceituais como Instrumentos de Avaliação**. 2016. 135f. Trabalho Dissertação (Mestrado) - Ensino de Física - Universidade Federal Vale do São Francisco, Juazeiro- BA, 2016.

RONCH, S. F.A; DANYLUK, O. S.; ZOCH, A.N. Reflexões epistemológicas no ensino de ciências/ química: as potencialidades da pedagogia científica de Bachelard. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1,p.342-353, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2800>>. Acesso em: 25 dez. 2016.

ROVIRA, C. Theoretical foundation and literature review of the study of concept maps using eye tracking methodology. **El profesional de la información**, v. 25, n. 1, p. 59-73, 2016.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

SANTOS, G. G. **Aprendizagem significativa no ensino de química: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo Polímeros**. Dissertação. Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 89f, 2017.

SARAIVA, F. A. et. al. Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio. **Thema**. Fortaleza (Ceará). v. 14, n. 2, p. 194 - 208, nov. 2017.

SARAIVA, F. A. Concentração de soluções no Ensino Médio: o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. 2017. Dissertação (Mestrado). IFCE – Fortaleza – CE, 2017.

SEQUEIRA, M. FREITAS, M. Os “mapas de conceitos” e o ensino-aprendizagem das ciências, **Revista Portuguesa de Educação**, 2 (3), p. 107-116, 1989.

SHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Revista SOCERJ**. v. 20, n. 5, p. 383- 386, 2007. Disponível em: [http://www.rbconline.org.br/wp-content/uploads/a2007\\_v20\\_n05\\_art10.pdf](http://www.rbconline.org.br/wp-content/uploads/a2007_v20_n05_art10.pdf). Acesso em: 26 nov. 2017.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: Análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 149f. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru- SP, 149f, 2012.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v.12, p.72-85, 2007.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## ANEXO A -TEXTO REFERENTE À PROPOSTA DE NOVAK E GOWIN (1984, p. 48-50)

### *Atividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceituais*

1. Prepare duas listas de palavras conhecidas: uma de nomes de objetos e outra de designações de acontecimentos. Por exemplo, os nomes de objetos poderão ser carro, cão, cadeira, árvore, nuvem, livro; e as designações de acontecimentos poderão ser chuva, brincadeira, lavagem, pensamento, trovão, festa de anos. Pergunte aos alunos se eles conseguem explicar quais são as diferenças que existem entre as duas listas.
2. Peça aos alunos que descrevam em que é que pensam quando ouvem a palavra carro, cão, etc. Faça com que eles se apercebam que embora usemos as mesmas palavras, cada um de nós pode pensar em algo um pouco diferente. Estas imagens mentais que associamos às palavras são os nossos *conceitos*; introduza a palavra conceito.
3. Repita as atividades do ponto 2, utilizando agora palavras que designam acontecimentos. Mais uma vez, realce as diferenças nas nossas imagens mentais ou conceitos, referentes aos acontecimentos. Neste ponto, pode sugerir que uma das razões porque temos muitas vezes dificuldades em nos entendermos é o fato de os nossos conceitos não serem idênticos, embora conheçamos as mesmas palavras. As palavras são simples rótulos para os conceitos, mas cada um de nós tem de adquirir o seu próprio significado para as palavras.
4. Agora liste palavras tais como são, onde, o, é, então, com. Pergunte aos alunos que imagens se formam nas suas mentes ao ouvirem cada uma destas palavras. Estas não traduzem conceitos; chamamo-lhes palavras de ligação e usamo-las no discurso oral e escrito. As palavras de *ligação* utilizam-se, juntamente com os conceitos, para construir expressões que têm significado.
5. Os nomes próprios não são conceitos mas sim nomes de pessoas, acontecimentos, lugares ou objetos específicos. Utilize alguns exemplos e ajude os alunos a perceber a distinção entre as palavras que traduzem as *regularidades* dos acontecimentos ou objetos e as que designam acontecimentos ou objetos específicos (são os nomes próprios).
6. Construa no quadro algumas frases curtas utilizando dois conceitos e palavras de ligação, de modo a ilustrar como é que os seres humanos utilizam os conceitos e as palavras de ligação para transmitir algum significado. Por exemplo: “O cão corre” ou, “Há nuvens e trovões”.
7. Peça aos alunos que construam algumas frases curtas da sua autoria, que identifiquem as palavras de ligação e os conceitos e digam se estes se referem a objetos ou acontecimentos.

8. Se tiver na turma estudantes bilíngues, peça-lhes que mencionem algumas palavras estrangeiras que correspondam aos mesmos acontecimentos ou objetos. Ajude os alunos a perceberem que não é a linguagem que faz os conceitos. As palavras servem apenas como rótulos que usamos para referenciar os conceitos. Se aprendermos as palavras mas não as regularidades nos objetos ou acontecimentos que essas palavras representam, não aprenderemos conceitos novos.

9. Introduza algumas palavras pequenas mas que não sejam familiares à turma, tais como crítico ou conciso. Estas são palavras que designam conceitos que eles já conhecem, mas têm um significado de algum modo especial. Ajude os alunos a perceberem que os conceitos não são rígidos e fixos, mas podem desenvolver-se e mudar à medida que vamos aprendendo.

10. Escolha uma secção de um livro de texto (uma página é suficiente) e tire fotocópias para distribuir pelos alunos. Escolha uma passagem que transmita uma mensagem concreta e peça aos alunos que a leiam e identifiquem os conceitos chave. (Normalmente encontram-se 10 a 20 conceitos relevantes numa página de um livro de texto.) Além disso, diga aos alunos para anotarem os conceitos e as palavras de ligação que são menos importantes para se entender o sentido do texto.

### *B. Atividades de elaboração dos mapas conceituais*

1. Selecione um ou dois parágrafos especialmente significativos de um livro de texto ou de qualquer outro tipo de material impresso e peça aos estudantes que o leiam e selecionem os conceitos mais importantes, ou seja, os conceitos que são necessários para se entender o significado do texto. Depois de estes conceitos terem sido identificados, prepare com eles uma lista no quadro ou projete-a com o retroprojector e discuta com os estudantes qual é o conceito mais importante, qual é a ideia mais inclusiva do texto.

2. Coloque o conceito mais inclusivo ao princípio de uma nova lista ordenada de conceitos e vá-lhe acrescentando os restantes conceitos da primeira lista até todos os conceitos terem sido ordenados, da maior à menor generalidade e inclusividade. Os estudantes não estarão sempre todos de acordo em relação à ordenação, mas geralmente produzir-se-ão poucas diferenças de opinião que sejam relevantes. Aliás, isto é positivo, porque sugere que há mais do que uma maneira de entender o significado de um texto.

3. Agora, comece a elaborar um mapa, utilizando como referência a lista ordenada. Incentive os alunos a ajudar, pedindo-lhes que sugiram palavras de ligação adequadas para formar as

proposições que se mostram nas linhas do mapa. Uma forma de fazer com que eles pratiquem a elaboração de mapas é dizer a alguns estudantes para escreverem conceitos e palavras de ligação em retângulos de papel e depois reordenarem estes retângulos à medida que vão descobrindo novas formas de organizar o mapa.

4. Procure, a seguir, ligações cruzadas entre conceitos de uma secção do mapa e conceitos noutra parte da “árvore” de conceitos. Peça aos alunos que ajudem na escolha de palavras de ligação para as ligações cruzadas.

5. A maior parte dos primeiros mapas têm uma má simetria ou apresentam grupos de conceitos com uma localização deficiente em relação a outros conceitos ou grupos de conceitos com os quais estão intimamente relacionados. Há que refazer os mapas, se tal se entender como útil. Explique aos estudantes que, para se conseguir uma boa representação dos significados preposicionais, tal como eles os entendem, há que refazer o mapa pelo menos uma vez, e por vezes duas ou três.

6. Discuta o critério de classificação dos mapas conceituais apresentado e classifique o mapa conceitual que foi construído. Realce possíveis mudanças estruturais que possam melhorar o significado, ou mesmo a pontuação, do mapa.

7. Peça aos estudantes para escolherem uma secção de texto ou outro material e repetirem sozinhos os passos 1-6 (ou em grupos de dois ou três).

8. Os mapas elaborados pelos estudantes podem ser apresentados à turma no quadro ou em acetatos. Peça aos estudantes que “leiam” os mapas que elaboraram para tornar claro aos seus colegas de turma qual é o tema do texto, segundo a sua interpretação.

9. Solicite aos estudantes que construam mapas conceituais das ideias mais importantes dos seus passatempos favoritos, o desporto ou tudo aquilo que lhes interesse particularmente. Estes mapas podem ser colocados à turma, fomentando-se discussões informais sobre eles.

10. No próximo teste, inclua uma ou duas perguntas sobre mapas conceituais, para deixar claro que tais mapas constituem um procedimento válido de avaliação que exige pensar atentamente e que pode revelar a compreensão da matéria.

## APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado participante,

Esta pesquisa é sobre a importância da experimentação investigativa no ensino de Química através da utilização de uma ferramenta denominada de Mapa Conceitual segundo o contexto da Teoria Aprendizagem Significativa (TAS). Pedimos a sua participação para corroborar com a investigação assim como no preenchimento dos instrumentos que são partes integrantes da pesquisa que visa fundamentar a dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (PGECM/IFCE).

Pedimos a sua autorização para que os dados aqui fornecidos possam ser utilizados na dissertação e futuras publicações. O estudo será desenvolvido por Felipe Alves Silveira, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), localizado na Avenida 13 de maio, 2081, Campus Fortaleza, CEP 60040-531, Fortaleza, telefone (85) 3307.3681. A orientadora do estudo é a professora Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a experimentação investigativa no ensino na formação inicial dos professores de Química referente ao tema *Chuva Ácida* segundo o contexto da TAS. A pesquisa irá abordar os conceitos gerais relativos as funções inorgânicas ácidos e óxidos através desse tema.

Solicitamos a sua colaboração para a execução desse estudo, no sentido de autorizar a sua participação a fim de fornecer as informações que lhe forem solicitadas, por meio de questionários, entrevistas e utilização de uma atividade experimental investigativa. Solicitamos sua permissão para que os processos de coleta de dados sejam gravados como também sua autorização para apresentar e publicar os resultados desse estudo em eventos e periódicos da área da educação, com a ressalva de que o nome do(a) participante será mantido em sigilo ou iremos utilizar um codinome (por exemplo “Estudante A”). Após o término deste, todas as informações serão guardadas comigo e o acesso somente será somente meu e da minha orientadora.

Caso decida não participar da pesquisa, ou resolver a qualquer momento desistir da mesma, não sofrerá nenhum dano. Informamos que todos os procedimentos metodológicos escolhidos para a pesquisa não ofereceram riscos previsíveis à saúde. O pesquisador estará a

sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Agradecemos antecipadamente sua contribuição.

De acordo com o texto exposto acima, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para a participação da pessoa que sou responsável para participar da pesquisa e para publicação dos resultados.

**Instituição do participante:** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Maracanaú.*

**Nome completo:**

\_\_\_\_\_

**Curso:** \_\_\_\_\_

**Semestre:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante da pesquisa**

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do Pesquisador**

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2017.





10º) Algum professor no decorrer do seu curso já utilizou algum Mapa Conceitual para explorar sobre algum conteúdo? Se sim, qual? Como foi a abordagem realizada?

Sim.       Não.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

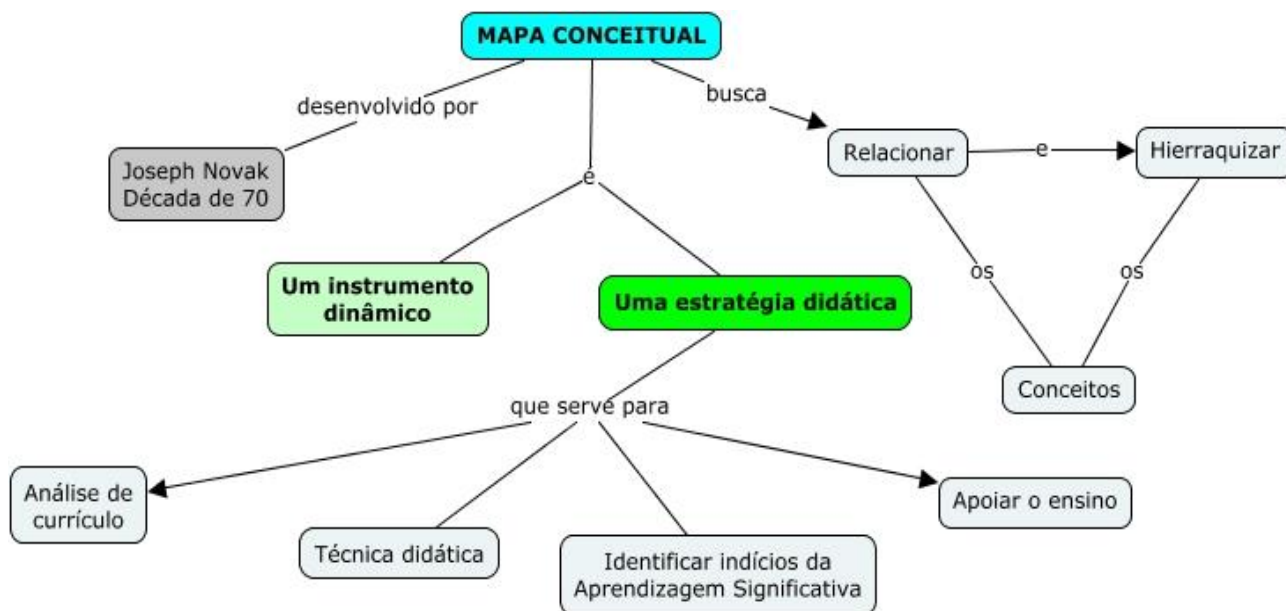
---



## APÊNDICE D- ATIVIDADE

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO: \_\_\_\_\_

Responda as perguntas abaixo de acordo com o mapa abaixo:



1) QUAL A QUESTÃO FOCAL (TEMA PRINCIPAL)? \_\_\_\_\_

2) QUANTAS PALAVAS DE LIGAÇÃO EXISTEM? \_\_\_\_\_

3) APRESENTA HIERARQUIA? \_\_\_\_\_

4) QUANTAS RELAÇÕES ENTRE OS CONCEITOS APRESENTAM SENTIDO SEMÂNTICO (PROPOSIÇÕES)? \_\_\_\_\_

5) QUANTAS LIGAÇÕES CRUZADAS? \_\_\_\_\_

6) QUANTOS EXEMPLOS? \_\_\_\_\_