



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

WELLIGTON AGUIAR ANDRADE SILVA

**MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR:
UMA REFLEXÃO DO USO E DE CONCEPÇÕES**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

WELLIGTON AGUIAR ANDRADE SILVA

**MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR:
UMA REFLEXÃO DO USO E DE CONCEPÇÕES**

Monografia apresentada à comissão examinadora de professores em cumprimento às exigências para obtenção do título de graduado em Licenciatura Plena em Química; Trabalho submetido à Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; Área de concentração: ensino de Química.

Orientador: Prof. M.Sc. ANTÔNIO NÓBREGA DE SOUSA

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586m Silva, Welligton Aguiar Andrade.

Modelos moleculares no ensino de geometria molecular
[manuscrito] : uma reflexão do uso e de concepções / Welligton
Aguiar Andrade Silva. - 2014.

39 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Me. Antônio Nóbrega de Sousa,
Departamento de Química".

1. Ensino de Química. 2. Geometria Molecular. 3. Modelo
molecular. I. Título.

21. ed. CDD 540.7

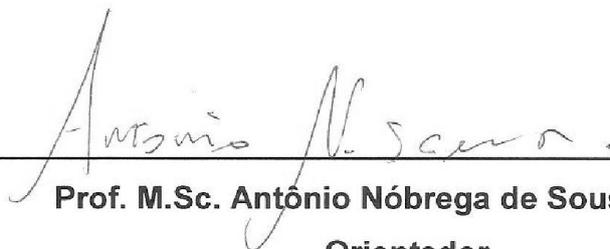
WELLIGTON AGUIAR ANDRADE SILVA

**MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR:
UMA REFLEXÃO DO USO E DE CONCEPÇÕES**

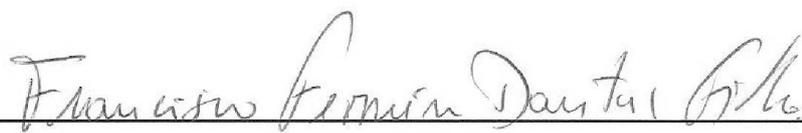
Monografia apresentada à comissão examinadora de professores em cumprimento às exigências para obtenção do título de graduado em Licenciatura Plena em Química; Trabalho submetido à Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; Área de concentração: ensino de Química.

Aprovado em 17 de Dezembro de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA DE PROFESSORES



Prof. M.Sc. Antônio Nóbrega de Sousa / UEPB
Orientador



Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho / UEPB
Examinador



Profa. Dra. Djane de Fátima Oliveira / UEPB
Examinador

A minha mãe (In memoriam), que sempre sonhou em me ver formado em um curso universitário. DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros e profundos agradecimentos a todos os citados a seguir:

- ✓ À Universidade Estadual da Paraíba, entre professores, alunos e funcionários;
- ✓ A Comissão examinadora de professores deste trabalho de conclusão de curso, composta por: Prof. M.Sc. Antônio Nóbrega de Sousa; Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho; Profa. Dra. Djane de Fátima Oliveira;
- ✓ Aos demais que me ajudaram de alguma forma direta ou indireta na realização deste trabalho de conclusão de curso.

“Quando tudo nos parece dar errado
acontecem coisas boas
que não teriam acontecido
se tudo tivesse dado certo.”

(Renato Russo)

RESUMO

Existem diversos recursos didáticos para o ensino de ciências, em particular, na Química destacam-se os modelos moleculares que são utilizados para representar, estudar, e explicar as estruturas constituintes da matéria chamadas de moléculas. Este trabalho trata da utilização de modelos moleculares no ensino das formas geométricas das moléculas, do conteúdo geometria molecular, da educação básica. O **objeto de estudo** deste trabalho de pesquisa foi descrever como está sendo ministrada a utilização de modelos moleculares, para explicar às principais formas geométricas estudadas em aulas do conteúdo geometria molecular, no ensino público de Química da educação básica. **Justifica-se** este estudo por: **razão de ordem prática** que será apresentar informações que poderão auxiliar na elaboração de “projetos de aulas mais eficientes” para o ensino do conteúdo geometria molecular; e **razão de ordem teórica** que será demonstrar a importância do uso de modelos moleculares para o estudo das formas geométricas moleculares, estudadas no conteúdo geometria molecular. O **objetivo geral** foi reunir, documentar e apresentar informações que poderão auxiliar no desenvolvimento de novas, e mais eficientes, metodologias educativas para o ensino das formas geométricas molecular, do conteúdo geometria molecular. A **metodologia** abordada utilizou uma pesquisa do tipo estudo de caso, descritivo e qualitativo. Os **resultados** descreveram a forma de abordagem dos modelos moleculares no ensino das formas geométricas das estruturas moleculares. As **conclusões** revelaram que o objetivo geral da investigação foi alcançado.

Palavras-chave: Ensino de Química. Geometria Molecular. Modelo molecular.

RÉSUMÉ

Il existe de nombreuses ressources pédagogiques pour l'enseignement de la science, en particulier dans la chimie nous soulignons les modèles moléculaires qui sont utilisés pour représenter, pour étudier, et pour expliquer les structures constitutives de la matière appelé molécules. La délimitation de l'objet de ce travail est l'utilisation de modèles moléculaires dans l'enseignement de formes géométriques des molécules, du contenu de la géométrie moléculaire de l'éducation de base. L'objet d'étude de cet article est de décrire comment il est donné l'utilisation de modèles moléculaires pour expliquer les principaux formes géométriques moléculaires dans l'enseignement publique de la chimie de l'éducation de base. Justifié par cette étude: la raison pratique qui fournira des informations qui peuvent aider à développer des "des projets des classes plus efficaces" pour l'enseignement du contenu géométrique moléculaires; et le ratio de l'ordre théorique qui sera présenté l'importance d'utiliser des modèles moléculaires pour l'étude des formes géométriques moléculaires, étudié dans le contenu de la géométrie moléculaire. L'objectif global était de recueillir, documenter et fournir des informations qui peuvent aider dans le développement de nouvelles et plus efficaces les méthodes pédagogiques pour l'enseignement des formes géométriques moléculaires, le contenu de la géométrie moléculaire. La méthodologie utilisée a discuté une étude de cas de la recherche, descriptive et qualitative. Les résultats ont décrits comment aborder les modèles moléculaires dans l'enseignement de formes géométriques de structures moléculaires. Les résultats ont révélé que l'objectif global de la recherche a été atteint.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 1 – Modelo de traço e cunha da molécula do metano..... | 17 |
| FIGURA 2 – Modelo de bola e vareta da molécula do metano..... | 18 |
| FIGURA 3 – Modelo de preenchimento espacial da molécula do metano..... | 18 |
| FIGURA 4 – Modelo molecular que representa a estrutura molecular da ribose... | 25 |
| FIGURA 5 – Tipos de modelos moleculares para o metano: (A), Modelo de traço cunha; (B), modelo de bola e pinos; (C), modelo de preenchimento espacial..... | 26 |
| FIGURA 6 – Capa do livro didático adotado atualmente pelo professor..... | 27 |
| FIGURA 7 – Kits de modelos moleculares usados pelo professor: (A), o kit doado pelo governo; (B), o kit construído pelo professor..... | 28 |
| FIGURA 8 – Fotografias: (A) do quadro branco; (B) do pincel e apagador..... | 28 |
| FIGURA 9 – Software EDUCANDUS 2010: (A), tela inicial do software para Química; (B), modelo molecular gerado pelo software..... | 29 |
| QUADRO 1 – Principais tipos de formas geométricas da geometria da molecular..... | 20 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.1 | Objetivos..... | 11 |
| 1.1.1 | Geral..... | 11 |
| 1.1.2 | Específicos..... | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 12 |
| 2.1 | O conceito de Química e a sua relação com o ensino..... | 12 |
| 2.2 | Algumas características do ensino de Química..... | 12 |
| 2.3 | Modelo molecular: Noções Básicas..... | 15 |
| 2.3.1 | Conceito de modelo molecular..... | 15 |
| 2.3.2 | Algumas classificações dos modelos moleculares..... | 16 |
| 2.3.3 | Modelagem molecular: conceito e recurso computacional..... | 19 |
| 2.3.4 | Importância dos modelos moleculares para o ensino de geometria molecular..... | 19 |
| 2.4 | Geometria molecular: Uma pequena introdução..... | 19 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 22 |
| 3.1 | Tipo de pesquisa..... | 22 |
| 3.2 | Local da pesquisa..... | 22 |
| 3.3 | Universo da pesquisa..... | 23 |
| 3.4 | Critério de inclusão e exclusão..... | 23 |
| 3.5 | Dados da pesquisa..... | 23 |
| 3.5.1 | Instrumentos da coleta dos dados..... | 23 |
| 3.5.2 | Procedimentos da coleta dos dados..... | 24 |
| 3.5.3 | Procedimentos da análise dos dados..... | 24 |
| 4 | RESULTADOS E DISCURSÃO..... | 26 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 22 |
| | REFERÊNCIAS..... | 24 |
| | APÊNDICE A – Roteiro de entrevista para coleta de dados..... | 36 |

1 INTRODUÇÃO

Existem diversos recursos didáticos para o ensino de ciências, em particular, na Química destacam-se os modelos moleculares. Segundo Gilbert, Boulter, e Elmer (2000 apud SANTOS, MALDANER, 2010, p. 211), “Um **modelo** é uma representação parcial de uma entidade, elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado.”. Os **modelos moleculares** são um tipo de modelo utilizado como recurso didático para representar, estudar, e explicar as estruturas das partículas constituintes da matéria que são chamadas de moléculas. O **tema** de estudo deste trabalho trata do uso de “modelos moleculares” no ensino das formas geométricas do conteúdo “geometria molecular” da educação básica.

O **objeto de estudo** (problema) deste trabalho será descrever como está sendo ministrada a utilização de modelos moleculares, para explicar as principais formas geométricas moleculares, estudada em aulas do conteúdo geometria molecular, no ensino público de Química, da educação básica.

As **justificativas** para a realização desta pesquisa apresentarão razões de ordem prática e teórica, e outras razões como o tempo, os materiais, humanos e financeiros. Tais razões serão fundamentais e possibilitarão uma estimativa positiva da relação custo/benefício deste trabalho.

- ✓ A **razão de ordem prática** desta pesquisa será apresentar informações que poderão auxiliar na elaboração de “projetos de aulas” mais eficientes para o ensino conteúdo Geometria Molecular. Em especial, para profissionais que apesar de lecionar esta disciplina não têm a licenciatura específica em Química;
- ✓ A **razão de ordem teórica** deste estudo será demonstrar a importância do uso de modelos moleculares para o estudo das formas geométricas moleculares, estudadas no conteúdo geometria molecular;
- ✓ O tempo necessário para a realização desta pesquisa será outro fator que viabiliza este estudo, pois será relativamente curto, aproximadamente três meses;
- ✓ Os recursos materiais, humanos e financeiros necessários serão definidos como sendo viáveis, uma vez que todos estes recursos estarão disponíveis de forma gratuita na escola onde a pesquisa será realizada.

As **hipóteses** que serão levantadas para este estudo de investigação são apresentadas a seguir:

- ✓ Nas aulas de geometria molecular, não se utiliza o significado do conceito de modelo molecular, apropriado para explicar a definição de modelos moleculares;
- ✓ Os professores de Química não sabem classificar os modelos moleculares em relação: a sua forma geométrica (bola e vareta, preenchimento espacial, traço e cunha, entre outras), e ao seu meio físico (material, gráfico);
- ✓ O tipo de modelo molecular usado pelo professor não é o mais apropriado para explicar “as formas geométricas” do conteúdo de geometria molecular.
- ✓ O uso de imagens tridimensionais de modelos moleculares, ou, o uso de modelos moleculares físicos, é indispensável para a compreensão das formas e estruturas dos principais tipos de geometria molecular que por sua vez são tridimensionais.

Portanto, nosso objetivo principal foi reunir, documentar e apresentar informações que poderão auxiliar no desenvolvimento de novas, e mais eficientes, metodologias educativas para o ensino das formas geométricas molecular, do conteúdo geometria molecular. De forma mais específica objetivamos o seguinte:

- ✓ Descobrir qual será o conceito que o professor tem sobre modelo molecular, e se utiliza o conceito de “modelo molecular” apropriado para o ensino de ciências;
- ✓ Descobrir quais os tipos de modelos moleculares que o professor conhece;
- ✓ Descrever quais são os recursos didáticos utilizados pelo professor para explicar as formas geométricas das moléculas, no ensino do conteúdo geometria molecular;
- ✓ Investigar se os modelos moleculares do livro didático adotado pelo professor são suficientes para explicar com clareza os principais tipos de formas geométricas do conteúdo geometria molecular;
- ✓ Verificar se existe dificuldade para o professor explicar as formas geométricas da geometria molecular “com o auxílio de modelos moleculares”.
- ✓ Descobrir qual visão tem o professor sobre o desempenho dos alunos na aprendizagem das formas geométricas no conteúdo de geometria molecular.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresentar-se-á o arcabouço teórico que fundamenta este estudo, destacando o conceito de química e sua relação com o ensino, algumas características do ensino de Química, noções básicas sobre modelos moleculares, e uma pequena introdução a Geometria Molecular.

2.1 CONCEITO DE QUÍMICA E A SUA RELAÇÃO COM O ENSINO

Segundo Ferreira (2000, p. 153), a ciência é um “conjunto metódico de conhecimentos obtidos por meio de observação e de experiência. Na Química, por exemplo, esta ciência se preocupa com a natureza, as propriedades, as composições e as transformações da matéria. Esta ciência “[...] procura compreender o “comportamento” da matéria, a Química se utiliza de modelos abstratos que procuram relacionar o mundo macroscópico com o microscópico universo atômico-molecular.” (BELTRAN e CISCATO, 1991, p. 16). Logo, o conhecimento químico é transmitido de um modo formal ao longo dos tempos por meio do ensino de Química.

O conceito de ensino vai além da apresentação de conteúdos e a realização de exercícios com alunos em uma sala de aula, pois, “o ensino é uma atividade específica, cuja característica é a de dirigir, organizar, estimular o processo de transmissão ou assimilação de conhecimentos.” (LIBÂNEO, 2002, p. 22). O que se ensina em Química no ensino médio são símbolos, nomes e seus conceitos, fórmulas, equações, reações, fatos, hipóteses, leis, teorias, modelos científicos, e controle de variáveis de um processo, “[...] os diferentes materiais, suas ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicações [...]” (BELTRAN e CISCATO, 1991, p. 16). O conhecimento químico é importante para o cidadão.

2.2 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO ENSINO DE QUÍMICA

Algumas das principais características que justificam a importância do ensino de Química são apresentadas a seguir:

- ✓ Um primeiro ponto é a forte relação entre conhecimento e poder. Dessa forma, é

importante pensar que, de modo geral, maior conhecimento leva pessoas e povos a terem mais poder. O primeiro homem que dominou o fogo levou vantagem sobre os demais; o primeiro povo que desenvolveu a agricultura e domesticou os animais levou vantagem sobre os demais. Muitas guerras foram ganhas pelo maior conhecimento do terreno ou das fraquezas do inimigo. Daí a grande importância do estudo e da educação. (FELTRE, 2004, p. 49).

- ✓ A relação entre a Química e a natureza e o ser humano. É importante que as pessoas saibam que existe uma forte relação entre a Química e a natureza e o ser humano, pois, por exemplo, as necessidades básicas humanas como: pensar, “[...] alimentação, vestuário, saúde, moradia, transporte etc. [...]”, estão relacionadas à Química principalmente porque envolvem processos Químicos (BELTRAN e CISCATO, 1991, p. 16).
- ✓ Os benefícios de conhecer e saber usar a Química. Conhecer e saber usar a Química pode trazer muitos benefícios ao ser humano, por exemplo, o desenvolvimento tecnológico e econômico de uma sociedade também se deve aos avanços do conhecimento químico. (BELTRAN e CISCATO, 1991, p. 16).
- ✓ A capacidade do cidadão de ter um pensamento crítico fundamentado em Química. O conhecimento químico desenvolve no cidadão a capacidade de ter um pensamento crítico fundamentado em Química sobre questões relacionadas a esta ciência. Dispor de rudimentos dessa matéria ajuda o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas da vida moderna, como poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias-primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e agrotóxicos, fabricação de explosivos, fabricação e uso de medicamentos, importação de tecnologia e muitos outros. (BELTRAN e CISCATO, 1991, p. 16).

Portanto, devido à importância da Química para a sociedade se fez necessário a existência duma entidade que controle formalmente o ensino de Química no Brasil.

O comando geral do ensino de Química no Brasil é realizado pelo Ministério da Educação – MEC, que norteia o sistema educacional brasileiro, atualmente, através dos seguintes documentos:

- ✓ A Constituição da República Federativa do Brasil;

- ✓ Estatuto da Criança e do Adolescente;
- ✓ Lei nº 9.394, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB);
- ✓ Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica;
- ✓ Plano Nacional de Educação. Para os anos 2014-2024, aprovado pelo Congresso Nacional em 26 de junho de 2014 (BRASIL, 2014).

Apesar do ensino de Química ser controlado pelo Ministério da Educação ele não está livre de apresentar problemas. Os comentários a seguir sobre o fato da existência de problemas que ocorrem durante o ensino de Química do ensino médio, suas consequências, e as suas causas serão fundamentados em Beltran e Ciscato (1991, pp. 15-17). Portanto, os principais problemas que ocorrem durante o processo de ensino de Química do ensino médio são:

- ✓ Ênfase em memorização de excesso de informações.
- ✓ “[...] desvinculação entre o conhecimento químico e a vida cotidiana.”
- ✓ “[...] ausência de atividades experimentais bem planejadas.” Pois, estas permitem a compreensão do processo de construção do conhecimento químico, o que facilita o aprendizado de Química.
- ✓ “[...] a sequência em que os conteúdos são dados é quase sempre inadequada.”
- ✓ Extensão dos programas de Química.
- ✓ “O atrelamento dos cursos de 2º grau ao vestibular [...]”.
- ✓ “[...] dogmatização do conhecimento científico.”. No 1º e 2º grau o conhecimento químico é apresentado como sendo uma verdade absoluta, sem limitações, e sem estar em construção.

As consequências destes problemas são novos problemas que ocorrem após o ensino de Química do ensino médio. São eles:

- ✓ A maior parte dos alunos que se formam no 1º e 2º grau sabe menos do que deveria saber sobre Química.
- ✓ Poucos alunos formados conseguem se posicionar de forma crítica sobre questões relacionadas à Química.
- ✓ A maioria das pessoas não sabe que “[...] a Química está relacionada a quase tudo em sua vida [...]”.

- ✓ É criado o preconceito de que a Química “[...] é uma coisa ruim que polui e provoca catástrofes [...]”.
- ✓ Devido à falta de preparo no 1º e 2º grau, muitos estudantes apresentam dificuldades para estudar Química no 3º grau.

As causas dos problemas que ocorrem no ensino de Química do ensino médio são derivadas do pouco valor que se dá à educação no Brasil. Em consequência, à falta de recursos materiais e humanos fez com que o livro didático comercial se tornasse o principal recurso do ensino de Química, no entanto, ele transmite “uma Química desarticulada, fora da realidade – e, frequentemente, falsa – , sem propostas metodológicas claras”. A maior parte dos educadores, por uma série de motivos – por exemplo, baixos salários, inexistência de laboratórios, excessivo número de aulas, falta de tempo para estudos e atualização, falta de oportunidades para discutir sua própria prática e falta de infra-estrutura escolar, como bibliotecas, máquinas copadoras, salas de estudo etc. – não consegue planejar e ministrar cursos de Química como provavelmente gostaria de fazer-lo.

2.3 MODELO MOLECULAR: NOÇÕES BÁSICAS

Apresentam-se aqui algumas noções básicas sobre modelos moleculares. Destacando-se o conceito de “modelo molecular”, algumas classificações dos modelos moleculares, o conceito de modelagem molecular, e a importância dos modelos moleculares no ensino de Química.

2.3.1 CONCEITO DE MODELO MOLECULAR

Existem vários significados para a palavra “modelo”, e este fato pode ser facilmente comprovado ao se consultar dicionários da língua português. Por exemplo, dentre outras definições existentes o termo modelo pode significar:

- ✓ Reprodução de alguma coisa;
- ✓ Tipo de alguma coisa;
- ✓ Padrão a ser seguido.
- ✓ Molde;

✓ Manequim;

Apesar de no dia-a-dia existirem diversas definições para a palavra modelo, em Química quando se fala em “modelo” referindo-se à “modelo de partícula material”, como por exemplo, modelo atômico e modelo molecular dever-se ter em mente que há apenas um significado apropriado desta palavra para esta situação, o qual segundo Gilbert e Boulter e Elmer (2000 apud SANTOS, MALDANER, 2010, p. 211) afirma: “Um **modelo** é uma representação parcial de uma entidade, elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado.”.

Os demais significados para modelo geram mal-entendidos do conceito de modelo de partícula de matéria. E segundo Santos e Maldaner (2010, p. 210), tal tipo de mal-entendido é o que não falta no ensino de Química, pois de acordo com resultados de algumas pesquisas realizadas nesta área revelam que, a maior parte dos professores de Química de todos os níveis de ensino desconhece o significado adequado do termo modelo quando se referem aos modelos de espécies de partículas de matéria.

Uma das características dos modelos é que “a utilização de modelos para a descrição de propriedades da matéria leva a possibilidade de cometerem-se erros devido às aproximações impostas para simplificar o mundo real.” (SANTOS, 2001, p. 4). Dentre os tipos de modelos mais importantes para a Química destacam-se os modelos moleculares. A expressão **modelo molecular** significa modelo de molecular. Para Luft (2000, p. 464) uma **molécula** é um conjunto de átomos que se agrupam de forma definida, ordenada e eletricamente neutra. Russel (1994, p. 53) diz que, “[...] átomos componentes de uma molécula permanecem juntos por forças chamadas de ligações químicas”, entretanto, na natureza, existem agrupações de átomos que não são moléculas, como por exemplo, qualquer conjunto de átomos que seja relativamente grande ou que seja considerado infinito.

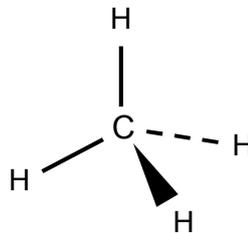
2.3.2 ALGUMAS CLASSIFICAÇÕES DOS MODELOS MOLECULARES

Segundo Gil (2009, p.41) “é sabido que toda e qualquer classificação se faz mediante algum critério.”, portanto, os modelos moleculares aqui são classificados em relação: à sua forma geométrica, e ao seu meio físico.

Em relação às **formas geométricas** os modelos moleculares podem ser classificados em: modelo molecular de cunha e traço, modelo molecular pinos e bolas, e modelo molecular de preenchimento espacial. Conforme é apresentado a seguir baseado em Kotz e Trece (2005, p. 73):

- ✓ **Modelo de cunha e traço** é qualquer desenho em perspectiva simples numa superfície bidimensional que representa a estrutura tridimensional duma dada molécula, e que é constituído por traços, cunhas e símbolos de elementos químicos, onde é válida a seguinte convenção: Traços sólidos (—) são usados para representar ligações químicas localizadas sobre a folha do papel; Traços tracejados (- - -) representam as ligações químicas que ficam atrás da folha; Cunhas escuras (◀) representam as ligações químicas que se localizam acima da folha. Uma vantagem deste modelo em relação aos outros é que com ele é mais fácil desenhar moléculas no a mão. Por exemplo, com esse tipo de modelo a molécula do metano é representada por,

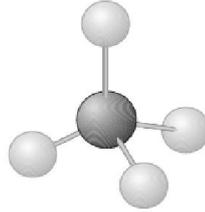
FIGURA 1 – Modelo de traço e cunha da molécula do metano.



FONTE – Feltre, 2014, p. 143.

- ✓ **Modelo de bola e vareta** é aquele em que bolas representam átomos, e varetas representam as ligações químicas entre os átomos da molécula, normalmente são atribuídas cores as boas para fazer uma distinção entre os átomos dos elementos químicos. Uma vantagem deste modelo é que com ele “é mais fácil ver como os átomos se ligam uns aos outros”. O exemplo a seguir apresenta o modelo de bola e vareta da molécula do metano:

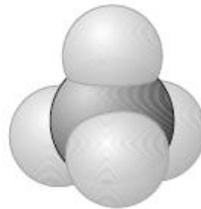
FIGURA 2 – Modelo de bola e vareta da molécula do metano.



FONTE – Feltre, 2014, p. 143.

- ✓ **Modelo de preenchimento espacial** é aquele que os átomos e as ligações químicas da molécula são representados apenas por bolas. Uma vantagem deste modelo é que ele é o mais realista. Uma desvantagem deste modelo “[...] é que, frequentemente, átomos podem estar escondidos, ou seja, não podem ser vistos.”. O exemplo a seguir representa o modelo de preenchimento espacial para a molécula do metano:

FIGURA 3 – Modelo de preenchimento espacial da molécula do metano.



FONTE – Feltre, 2014, p. 143.

Em relação ao **meio físico** os modelos moleculares podem ser divididos em: modelo molecular material, e modelo molecular gráfico. Segundo Luft (2000, p. 447) o termo “**material**” significa formado de matéria, ou seja, que ocupa lugar no espaço; e a vocábulo “**gráfico**” significa representado por letras, números, figuras, linhas, etc.

2.3.3 MODELAGEM MOLECULAR: CONCEITO E RECURSO COMPUTACIONAL

Os estudos sobre modelos moleculares deram origem a um ramo da Físico-Química denominado de “**Modelagem Molecular**”, o qual estuda a natureza, as propriedades, e a construção de modelos moleculares (Santos, 2001, pp. 4-5).

Em modelagem molecular está ficando cada vez mais comum o uso de computadores para construir modelos moleculares tridimensionais em superfícies bidimensionais por meio de desenhos em perspectivas gerados por softwares apropriados para modelagem molecular, os programas para modelagem molecular podem ser classificados em dois tipos: Aqueles criados para a construção de modelos moleculares, como por exemplo, o software de modelagem molecular da “CAche/Oxford”; E aqueles criados exclusivamente para a visualização de modelos moleculares, por exemplo, o “RasMol and Chemie”. (Kots, 2005, p. 74).

2.3.4 IMPORTÂNCIA DOS MODELOS MOLECULARES PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR

Os modelos moleculares são essenciais para a explicação de diversos conteúdos da Química, em particular Geometria Molecular (FILHO, 2005, p. 10).

Um estudo bibliográfico de trabalhos nacionais e internacionalmente revela que o ensino centrado no uso de modelos é considerado como uma das estratégias didáticas mais efetivas para a melhoria da compreensão de determinados conceitos científicos (GRECA, SANTOS, 2005, p. 31).

Solomos e Fryhle (2009, p. ix) enfatizam a importância do uso de modelos moleculares para o ensino de Química fazendo o seguinte comentário: A experiência tátil de manipulação de modelos moleculares físicos é essencial à compreensão de que as moléculas têm forma e ocupam espaço.

2.4 GEOMETRIA MOLECULAR: UMA PEQUENA INTRODUÇÃO

A geometria molecular é a geometria das moléculas, que trata do estudo do arranjo dos átomos nas moléculas, ou seja, a estrutura das moléculas, e as formas e dimensões geométricas das moléculas (LISBOA, 2010, p. 207).

A geometria molecular é estudada com o auxílio dos modelos moleculares que ajudam a visualizar as geometrias das moléculas bem como entender suas propriedades e reatividades (SOLOMOS, FRYHLE, 2009, p.25). O tipo de modelo molecular mais utilizado para estudar geometria molecular é o modelo de bola e vareta por ser este o mais analítico apesar de não ser o mais realista (LISBOA, 2010, p. 207).

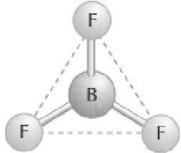
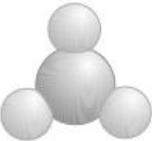
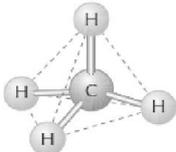
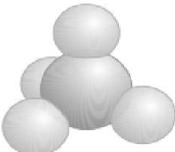
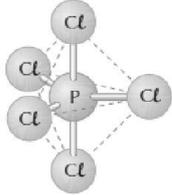
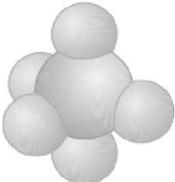
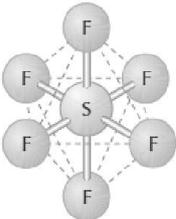
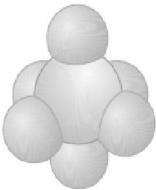
Para prever o arranjo dos átomos em moléculas (a **estrutura** molecular) é usado o “modelo de repulsão do par de elétrons no nível de valência (RPENV)”. Para descrever a **forma geométrica** das moléculas é levado em consideração as posições dos núcleos (ou átomos) e não através das posições dos pares de elétrons (SOLOMOS, FRYHLE, 2009, p.33).

A classificação dos principais tipos de geometrias moleculares é feita em relação à descrição da estrutura molecular constituída pela existência de um átomo central rodeado, no espaço, por um conjunto relativamente pequeno de outros átomos, conforme é apresentado na figura a seguir,

A principal importância do conteúdo geometria molecular para o ensino de Química é “[...] o fato de que a estrutura molecular de uma substância é, frequentemente, essencial na descrição de suas propriedades físicas e químicas.” (KOTS, 2005, p. 73).

Um estudo sobre a existência de possíveis problemas no ensino de geometria molecular descobriu que os estudantes participantes da pesquisa apresentavam dificuldades para compreender as formas geométricas da geometria molecular, quando tal conteúdo é apresentado através de imagens bidimensionais, sendo que, o conteúdo de Química geometria molecular estar fundamentado na Matemática da geometria espacial que utiliza três dimensões espaciais (SEBATA, 2006).

QUADRO 1 – Principais tipos de formas geométricas da geometria da molecular.

| Fórmula molecular | Modelo de bola e vareta | Modelo de preenchimento espacial | Tipo de Geometria molecular | Número de átomos ao redor do átomo central |
|-------------------|---|---|-----------------------------|--|
| BeH ₂ |  |  | Linear | 2 |
| BF ₃ |  |  | Trigonal | 3 |
| CH ₄ |  |  | Tetraédrica | 4 |
| PCl ₃ |  |  | Bipirâmide trigonal | 5 |
| SF ₆ |  |  | Octaédrica | 6 |

FONTE – Feltre, 2004, p.157.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

De acordo com teóricos da metodologia científica esta pesquisa é um estudo de caso, descritivo, e qualitativo. Segundo Gil (2009, p.41) “é sabido que toda e qualquer classificação se faz mediante algum critério.”, dessa forma esta para esta pesquisa, tem-se,

- ✓ **Estudo de caso** em relação ao método de procedimento técnico utilizado para a coleta dos dados. Esta opção fundamentou-se nas teorias de: Gil (2009, p. 54) que afirma o seguinte, um estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...]”; E de Marconi e Lakatos (2010, p.90 e p.205) que define um estudo de caso (ou **monografia**), como sendo, um “[...] estudo de determinados indivíduos, profissões, condições grupos ou comunidades, com a finalidade de obter generalizações.” E “Partindo do princípio de que qualquer caso que se estude em profundidade pode ser considerado representativo de muitos outros ou até de todos os casos semelhantes [...]”.
- ✓ **Descritiva** com base em seu objetivo geral. Para Gil (2009, p.41) este tipo de pesquisa consiste na descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.
- ✓ **Qualitativa** em relação à forma abordagem. Segundo Bell (2008, p.15) uma pesquisa qualitativa preocupa-se em estender as percepções que os indivíduos têm do mundo, sem fazer estatísticas.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na escola estadual de ensino médio Abílio de Souza Barbosa, CNPJ – 10.572.071/0303-72, localizada na Rua do Cruzeiro, S/N, Centro, Orobó-PE.

3.3 UNIVERSO DA PESQUISA

Os participantes desta pesquisa são professores de Química da referida escola que estejam exercendo a sua função.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os participantes desta pesquisa foram escolhidos de acordo com as seguintes características:

- ✓ Ser atualmente professor de Química;
- ✓ Lecionar na escola onde foi realizada a pesquisa;
- ✓ Ter curso superior.

O local desta pesquisa foi selecionado em relação aos seguintes fatores:

- ✓ Ser uma escola de ensino médio;
- ✓ Ser uma escola da rede pública;
- ✓ Sua localização ser de fácil acesso ao pesquisador;

As demais características desta seleção, tanto dos participantes quanto do local da pesquisa, deram-se de forma aleatória, sem critérios individuais pré-determinados para a escolha dos mesmos.

3.5 DADOS DA PESQUISA

3.5.1 INSTRUMENTOS DA COLETA DOS DADOS

O instrumento utilizado neste trabalho para o procedimento de coleta de dados foi: a **entrevista** do tipo estruturada. “A entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional.” (MARCONI E LAKATOS, 2010, p. 178). A entrevista é do tipo estruturado, quando “o entrevistador

segue um roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas.” (MARCONI E LAKATOS, 2010, p. 180).

3.5.2 PROCEDIMENTO DA COLETA DOS DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de uma **entrevista** do tipo padronizada (ou estruturada). Esta entrevista ocorreu na sala de professores da escola, teve duração de aproximadamente 20 minutos, e se desenvolveu por meio de perguntas seguindo um “roteiro de entrevista” (Anexo-A), onde foram feitas perguntas abertas. As respostas das perguntas do roteiro de entrevista foram anotadas exclusivamente pelo pesquisador.

Nesta ocasião foi utilizada a técnica do “**teste-reteste**” com o referido “roteiro de entrevista” para verificar e aumentar a confiabilidade dos dados coletados. Segundo Bell (2008,p. 102) o teste-reteste é uma das técnicas de coleta de dados que serve para verificar a confiabilidade das informações coletadas, esta consiste na “[...](administração do mesmo teste algum tempo após a primeira testagem) [...]”, e que se faz útil pois, “Perguntas que solicitam a opinião do informante podem produzir respostas diferentes, por uma série de razões.”.

3.5.3 PROCEDIMENTOS DA ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados a partir de uma perspectiva qualitativa, buscando-se comparar, descrever e interpretar o cenário, e a dinâmica do sujeito com o uso de modelos moleculares, bem como o desenvolvimento dos mesmos no contexto de ensino e aprendizagem das formas geométricas do conteúdo de Geometria Molecular.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

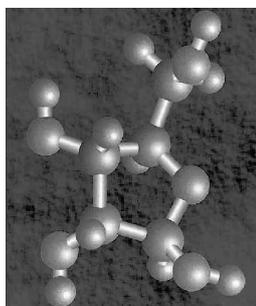
Nesta parte, será exposta a apresentação e a análise dos dados coletados desta pesquisa. Destacando-se na apresentação às transcrições das respostas referente às perguntas realizadas na entrevista com o professor de Química (PQ).

4.1 A DEFINIÇÃO DE MODELO MOLECULAR QUE O PROFESSOR CONHECE

O professor afirma que modelos moleculares são apenas representações espaciais das moléculas. Uma transcrição da fala do entrevistado é apresentada a seguir: “Modelos moleculares são representações espaciais das moléculas.” (PQ).

De acordo com Gilbert, Boulter e Elmer (2000 apud SANTOS, MALDANER, 2010, p. 211), resumidamente, em ciência, “um **modelo** é uma representação parcial de uma entidade, elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado.”. Enquanto isso, para Luft (2000, p. 464), “**molecular**” significa “de molecular”, portanto, “modelo molecular” é a mesma que “modelo de moleculares”. Luft (2000, p. 464), também afirma que, uma **molécula** é um conjunto de átomos que se agrupam de forma definida, ordenada e eletricamente neutra. Conclui-se então que, **modelo molecular** ou modelo de molécula é uma representação parcial de – um conjunto de átomos que se agrupam de forma definida, ordenada e eletricamente neutra – elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado. A seguir, um exemplo de modelo molecular:

FIGURA 4 – Modelo molecular que representa a estrutura molecular da Ribose.



FONTE – Feltre, 2014, p. 156.

Nota-se aqui, que o conhecimento que o professor possui, sobre o conceito de modelo molecular está de acordo com a definição dos referidos teóricos, no entanto, é evidente que se trata de um conhecimento muito resumido.

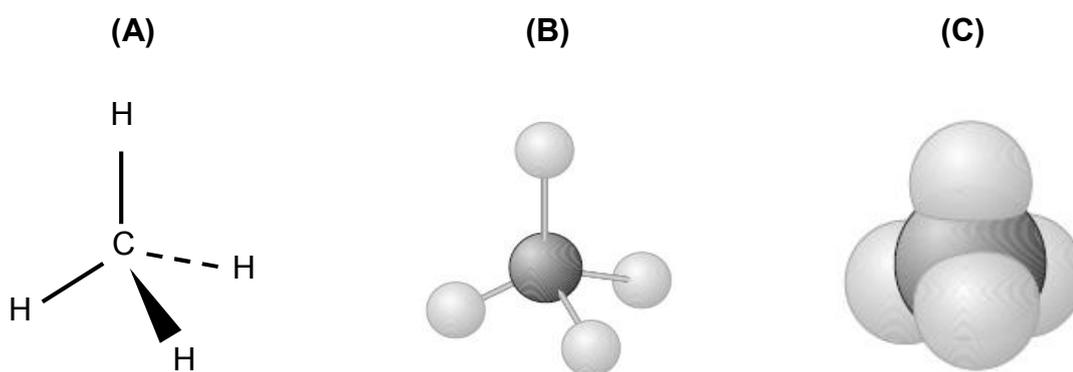
4.2 OS TIPOS DE MODELOS MOLECULARES QUE O PROFESSOR CONHECE

Os tipos de modelos moleculares conhecidos atualmente pelo professor são: modelo de bolas e varetas, modelo de traço e cunha, e modelo de preenchimento espacial. A fala do entrevistado é transcrita a seguir: **“Varetas e bolas, traço e cunha e preenchimento espacial. São esses que os livros trazem no ensino médio.”** (PQ).

Segundo Gil (2009, p.41) “é sabido que toda e qualquer classificação se faz mediante algum critério.”, portanto, os modelos moleculares aqui são classificados em relação: à sua forma geométrica, e ao seu meio físico.

Em relação às **formas geométricas**, de acordo com Kotz e Trece (2005, p. 73), os modelos moleculares podem ser classificados em: modelo molecular de cunha e traço, modelo molecular pinos e bolas, e modelo molecular de preenchimento espacial. Conforme é ilustrado a seguir para a molécula do metano:

FIGURA 5 – Tipos de modelos moleculares para o metano: (A), Modelo de traço cunha; (B), modelo de bola e pinos; (C), modelo de preenchimento espacial.



FONTE – Feltre, 2014, p. 143.

Em relação ao **meio físico**, aos modelos moleculares podem ser divididos em: modelo molecular material, e modelo molecular gráfico. Segundo Luft (2000, p. 447) o termo **“material”** significa formado de matéria, ou seja, que ocupa lugar no

espaço; e a vocábulo “**gráfico**” significa representado por letras, números, figuras, linhas, etc.

Analisando-se a comparação entre a fala do professor e a dos teóricos, chega-se a seguinte conclusão: O entrevistado conhece e consegue classificar os tipos de modelos moleculares em relação às suas formas geométricas. No entanto, nada foi evidenciado a respeito da divisão dos modelos em material ou gráfico, ou seja, em relação ao meio físico do modelo molecular.

4.3 DESCRIÇÃO DOS RECURSOS DIDÁTICOS

Os recursos didáticos utilizados pelo professor, em suas aulas de geometria molecular, para explicar as formas geométricas das moléculas, são comentados a seguir: Livro didático; Kit de modelo molecular; Quadro, pincel e apagador; e o software EDUCANDUS.

O **livro didático** adotado pelo professor atualmente é o: PERUZZO, Francisco Miragaia, CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2010. A seguir, uma foto da capa deste livro.

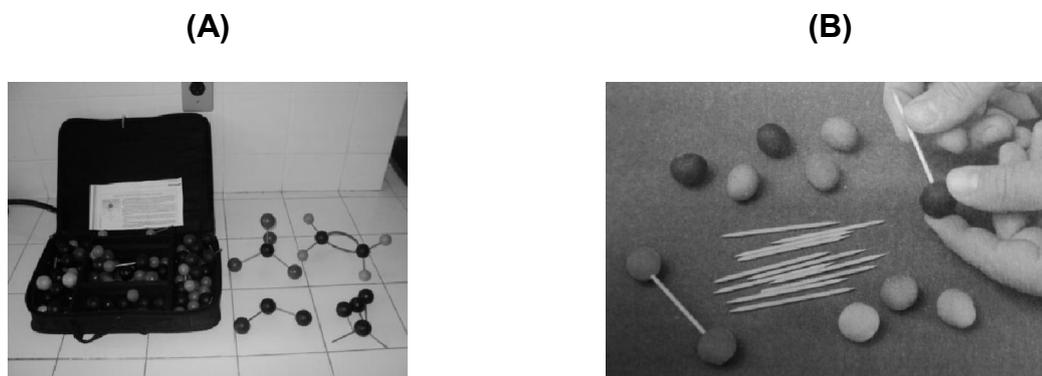
FIGURA 6 – Capa do livro didático adotado atualmente pelo professor.



FONTE – Peruzzo, Canto, 2010.

São dois **kits de modelos moleculares** do tipo boa e vareta. Um deles foi doado à escola pelo governo, no entanto, está disponível em pouca quantidade. O outro kit foi construído pelo próprio professor, como massa de modelar e palitos de dentes. A seguir, fotos dos kits de modelos moleculares.

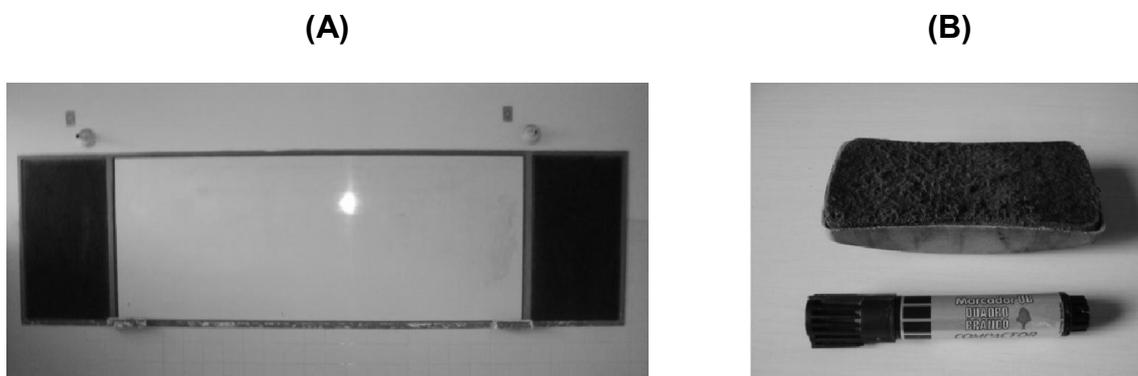
FIGURA 7 – Kits de modelos moleculares usados pelo professor: (A), o kit doado pelo governo; (B), o kit construído pelo professor.



FONTE – (A), Imagem própria, 2014. (B), Lisboa, 2010, p. 215.

O **quadro branco, pincel e apagador** que o professor utiliza em suas aulas é uma das alternativas para desenhar a estrutura das moléculas. A seguir, fotos destes recursos didáticos.

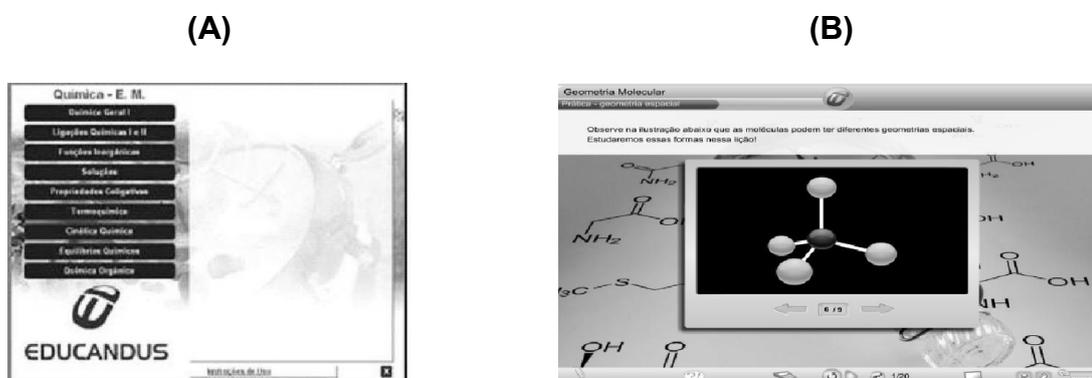
FIGURA 8 – Fotografias: (A) do quadro branco; (B) do pincel e apagador.



FONTES – Imagens próprias, 2014.

O **software** educativo denominado EDUCANDUS que é encontrado instalado em computadores doados pelo governo para alunos utilizarem em aulas. A seguir, algumas imagens destes recursos didáticos.

FIGURA 9 – Software EDUCANDUS 2010: (A), tela inicial do software para Química; (B), modelo molecular gerado pelo software.



FONTE – Imagens próprias, 2014.

A seguir uma transcrição do que o professor falou durante a entrevista sobre os recursos didáticos que ele usa em aulas de geometria molecular:

Kits para construir moléculas – Um kit foi doado à escola pelo governo o outro kit foi construído por mim mesmo; **Quadro branco, pincel e apagador**; **Softwares** – O programa é chamado EDUCANDUS e já vem instalado nos computadores doados pelo governo; **Livro didático** – atualmente utilizo o livro: PERUZZO, Francisco Miragaia, CANTO Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2010. (PQ).

4.4 OS MODELOS MOLECULARES DO LIVRO DIDÁTICO

Os modelos moleculares do livro didático adotado pelo professor são insuficientes para explicar com clareza os principais tipos de formas geométricas do conteúdo geometria molecular. Porque, os alunos têm dificuldades de compreender espacialmente tais formas geométricas apresentadas no livro na forma de figuras planas. No entanto, o professor afirma que, um kit de modelos moleculares pode resolver tal dificuldade. A seguir, uma transcrição da fala do entrevistado:

Eu concordo que as imagens das estruturas moleculares presentes no livro didático não são suficientes para o aluno compreender bem as estruturas espacial das moléculas do conteúdo geometria molecular. No entanto é necessário um kit de estruturas físicas para se ter uma visualização melhor de tais estruturas. (PQ).

4.5 DIFICULDADES COMO MODELOS MOLECULARES

O entrevistado afirma não ter qualquer tipo de dificuldades para explicar qualquer forma geométrica da geometria molecular com o auxílio de modelos moleculares. No entanto, comenta da necessária de utilização Kits de modelos moleculares no ensino de geometria molecular, haja vista a dificuldade apresentada no livro didático. A seguir, uma transcrição da fala do entrevistado: **“Eu não sou formado em Licenciatura em Química. Eu não tenho dificuldades para explicar as formas geométricas do conteúdo de geometria molecular com o auxílio de modelos moleculares. Os modelos físicos são de grande valia no ensino da geometria molecular.”** (PQ).

Embora o professor entrevistado não tenha licenciatura em Química, para ele, não há nenhuma dificuldade em utilizar modelos moleculares, especialmente em relação ao conteúdo, objeto de estudo desta pesquisa.

4.6 OPINIÃO DO PROFESSOR SOBRE A APRENDIZAGEM DOS ALUNOS

Em sua opinião o professor diz que a maior parte dos alunos não encontra motivação para estudar o conteúdo geometria molecular, pois não conseguem compreender a aplicação prática deste conteúdo. Dessa forma, isto compromete o desempenho dos alunos na aprendizagem formas geométricas fundamentais no conteúdo de geometria molecular. A seguir, uma transcrição da fala do entrevistado: **“Na sua maioria eles não entendem o porquê e as aplicações da geometria molecular, visto que não há uma compreensão da aplicabilidade prática deste conteúdo.”** (PQ).

É evidente está havendo, de acordo com o professor, um resultado insatisfatório das turmas em relação ao conteúdo ministrado. Isto demonstra que pode haver algo de errado na abordagem metodológica já que os resultados não correspondem ao esperado.

4.7 O USO DE MODELOS MOLECULARES

A maneira que o professor utiliza modelos moleculares para explicar as formas geométricas das moléculas, no ensino do conteúdo geometria molecular,

acontece da seguinte forma: Inicialmente são apresentadas para os alunos as figuras de modelos moleculares, presente no livro didático, que corresponde as referidas formas geométricas; Em seguida, sempre que o kit de modelos moleculares do laboratório da escola é insuficiente para realizar uma atividade, o professor faz uso dum kit de modelos moleculares desenvolvidos com material alternativo, (massa de modelar e palito de dentes). E com estes modelos o professor explica para seus alunos todas as formas geométricas importantes em suas aulas. A seguir, uma transcrição da fala do entrevistado:

Inicialmente uso as figuras das moléculas que encontro no livro didático, logo depois eu uso um kit de modelo molecular feito de massa de modelar e palitos de dentes para construindo as moléculas e visualizando sua geometria, quando o kit de laboratório é insuficiente para todos os alunos. (PQ).

5 CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que o conhecimento do conceito de modelo molecular que o professor apresenta é correto e suficiente para um ensino adequado, embora seja resumido. Portanto, nega-se a hipótese de que o professor utiliza algum significado inapropriado do conceito de modelo molecular, nas aulas de geometria molecular, para explicar a definição de modelos moleculares.

Quanto, a saber, classificar os tipos de modelos moleculares, o professor sabe classificá-los em relação às suas formas geométricas (modelos de: traço e cunha, bola e pinos, preenchimento espacial), mas, não sabe classificar em relação ao seu meio físico (modelos: físicos, e gráficos). No entanto, nega a hipótese de que o professor não sabe classificar os modelos moleculares em relação a sua forma geométrica.

Os recursos didáticos utilizados pelo professor são básicos e existem dificuldades para explicar espacialmente as formas geométrica, do conteúdo geometria molecular, com exclusivamente “modelos moleculares gráficos”, presentes no livro didático do professor. No entanto, o professor supera esta dificuldade utilizando dois kits de “modelo moleculares físicos”. Por tanto, nega a hipótese de que o tipo de modelo molecular usado pelo professor não é o mais apropriado para explicar “as formas geométricas” do conteúdo de geometria molecular. Também é confirmada como verdadeira, a hipótese de que o uso de imagens tridimensionais de modelos moleculares, ou, o uso de modelos moleculares físicos, é indispensável para a compreensão das formas e estruturas dos principais tipos de geometria molecular que por sua vez são tridimensionais.

O professor não apresenta dificuldades para utilizar modelos moleculares para explicar as formas geométricas do conteúdo geometria molecular.

A maior parte dos alunos sentem-se desmotivados para estudar as formas geométricas do conteúdo geometria molecular, alegando não compreenderem a aplicabilidade prática deste conhecimento.

O objetivo geral desta investigação foi atingido, pois foi possível reunir, documentar e apresentar informações que poderão auxiliar no desenvolvimento de novas, e mais eficientes, metodologias educativas para o ensino das formas geométricas molecular, do conteúdo geometria molecular.

REFERÊNCIAS

- BELL, Judith. Projeto de pesquisa: **guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BELTRAN, Nelson Orlando, CISCATO, Carlos Alberto Mattoso. **Química**: Coleção Magistério 2º Grau: Série Formação Geral. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 1991.
- BRASIL. **Ministério da Educação**: Secretaria de Educação Básica. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=293&Itemid=358>. Acesso em: 10 Setembro. 2014, 16:30:30.
- FELTRE, Ricardo. Química: Química Geral. 6. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Miniaurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da língua portuguesa. 4. Ed. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 2000.
- FILHO, José Roberto Migliato. **Utilização de modelos moleculares no ensino de estequiometria para alunos do ensino médio**. São Carlos: UFScar, 2005.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GRECA, Ileana M. SANTOS, Flávia M. T. dos. Dificuldades Da Generalização Das Estratégias De Modelação Em Ciências: O Caso Da Física E Da Química. Porto Alegre, RS, **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 10, pp. 31-46, 2005.
- KOTZ, John C.; TREICHEL JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. 3. Ed. vol. 1. São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**: Velhos e Novos Temas. Goiânia: Edição do autor, 2002.
- LISBOA, Julio Cezar Foschini. Química. 1. Ed. São Paulo: Edições SM, 2010.
- LUFT, Celso Pedro. **Minidicionário Luft**. 20. Ed. São Paulo: Ática, 2000.
- MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- PERUZZO, Francisco Miragaia, CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2010. A seguir, uma foto da capa deste livro.
- RUSSEL, John Blair. **Química Geral**. 2. Ed. São Paulo: Makron Books, 1994.
- SANTOS, Hélio F. dos. O conceito da modelagem molecular. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. n. 4, maio de 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloísio. Ijuí, RS: Editora da Unijuí, 2010. 368 p.

SEBATA, Claudio Ernesto. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular.** Universidade de Brasília. Brasília: 2006.

SOLOMONS, T.W. Graham, FRYHLE, Craig B. **Química Orgânica.** 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

APÊNDICE A – Roteiro de entrevista para coleta de dados

ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA COLETA DE DADOS

Pesquisa de como está sendo ministrada a utilização de modelos moleculares no ensino das formas geométricas do conteúdo Geometria Molecular.

CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

Formação escolar: Curso superior completo

Turno de trabalho: Manhã e tarde

Estado civil: Casado(a)

PERGUNTA

1º) Como você define o conceito de “modelo molecular”?

2º) Quais tipos de modelos moleculares você conhece?

3º) Que recursos didáticos você utiliza para explicar as formas geométrica do conteúdo geometria molecular?

4º) Você considera que o livro didático adotado é suficiente para explicar com clareza as formas geométrica do conteúdo geometria molecular?

5º) Você é formado em Licenciatura em Química? Ao utilizar modelos moleculares, você tem algum tipo de dificuldade para explicar as formas geométrica do conteúdo geometria molecular?

6º) Você considera que os alunos aprendem bem as formas geométrica do conteúdo geometria molecular?

7º) Descreva em poucas palavras como você utiliza modelos moleculares para leciona as formas geométrica do conteúdo Geometria Molecular.