



**Pró-Reitoria de Graduação  
Instituto de Ciências Exatas e da Natureza  
Curso de Ciências da Natureza e Matemática**

**Júlio Maza Conda**

**“CONSTRUÇÃO DE MODELOS FÍSICOS MOLECULARES COM MATERIAIS DE  
BAIXO CUSTO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO  
MÉDIO”**

**Acarape-CE**

**2015**

Júlio Maza Conda

“CONSTRUÇÃO DE MODELOS FÍSICOS MOLECULARES COM MATERIAIS DE  
BAIXO CUSTO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO  
MÉDIO”

Monografia apresentada como parte dos requisitos necessários para aprovação da disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática (Química), sob orientação do professor Dr. Aluísio Marques da Fonseca e co-orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Regilany Paulo Colares.

Acarape-CE  
2015

**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira**

**Direção de Sistema Integrado de Bibliotecas da UNILAB (DSIBIUNI)  
Biblioteca Setorial Campus Palmares  
Catalogação na fonte**

**Bibliotecária: Mônica Cordulina da Silva – CRB-3 / 927**

---

Conda, Júlio Maza.

C74c

Construção de modelos físicos moleculares com materiais de baixo custo: uma proposta para o ensino de química no ensino médio. / Júlio Maza Conda. Acarape, 2015.

62 f.; il.

TCC do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB.

Orientador: Prof. Dr. Alúcio Marques da Fonseca.

Co-Orientação: Regilany Paulo Colares.

1. Química (Ensino Médio). 2. Modelos físicos moleculares. 3. Ligações químicas. I. Título.

CDD 540.7

---

Júlio Maza Conda

“CONSTRUÇÃO DE MODELOS FÍSICOS MOLECULARES COM MATERIAIS DE  
BAIXO CUSTO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO  
MÉDIO”

Monografia apresentada como parte dos requisitos necessários para aprovação da disciplina: Trabalho de conclusão de curso (TCC) II do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática (Química), sob orientação do professor Dr. Aluísio Marques da Fonseca co-orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Regilany Paulo Colares.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof.: Dr. Aluísio Marques da Fonseca (Orientador)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

---

Profa. Dra. Cleide Maria da Silva Leite (Examinadora)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

---

Prof. Dr. José Berto Neto (Examinador)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

A Deus, por sempre estar presente.

Aos meus pais, Moisés Lopes e Alice da Silva Maza, que sempre confiaram em mim, me ensinaram a enfrentar os desafios de cabeça erguida e me ensinaram a lutar com dignidade, não deixando que derrotas fossem causas de desistência.

Aos meus filhos, pela compreensão e pelo tempo que eu fiquei ausente deles durante a minha formação.

Ao meu tio, José Carlos Laurindo, por ter acreditado em mim e me ajudar na continuação dos meus estudos, e principalmente por acreditar no meu sonho de ser um profissional qualificado.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me ter concedido a vida, por sempre estar ao meu lado nos momentos bons e ruins da minha vida.

Aos meus pais por me colocar no mundo; em especial a minha mãe Alice da Silva Maza, por acreditar na minha capacidade, pelo incentivo; por confiar sempre em mim e nas suas orações pedindo a Deus por proteção e que guie meus passos.

Ao meu tio José Carlos Laurindo, pessoa muito especial, que sempre acreditou em mim, pelo auxílio e incentivo em uma etapa da minha vida.

Ao meu irmão Nelson Maza Conda, que sempre apoiou e me ajudou nos momentos que precisei.

Ao Instituto Nacional de Gestão de Bolsa de Estudo de Angola – INAGBE, pelo apoio financeiro aos meus estudos durante a estadia no exterior do país e por me conceder a oportunidade de dar continuidade na minha formação.

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, por ser a instituição responsável pela minha formação.

Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência – PIBID, financiado pela CAPES, por participar como bolsista durante dois anos.

Ao Programa de Bolsa de Monitoria – PBM, financiado pela Pró-reitoria de graduação – Prograd, no qual fui monitor durante um ano.

Ao meu orientador professor Dr. Aluísio Marques da Fonseca, que sempre acompanhou e esteve presente durante estes anos que sempre precisei, muito obrigado por depositar confiança na minha capacidade para elaboração deste trabalho; pela orientação, atenção, dedicação e paciência ao transmitir seus conhecimentos; por advertir com sua sabedoria, visando o conhecimento pessoal e profissional.

A professora Dra. Regilany Paulo Colares, por contribuir de forma eficaz para o término do trabalho, prestando bastante atenção nas retiradas das dúvidas. Em poucas palavras apenas digo: -meu muito obrigado professora.

Ao prof. Dr. Antônio Roberto Xavier, que sempre esteve disponível para discutir o trabalho, sinto-me agradecido pela paciência, por sua contribuição relevante na elaboração e síntese deste trabalho.

A todos os professores, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação e para o meu crescimento profissional.

Aos meus colegas do curso de Ciências da Natureza e Matemática – CNM, em especial os da habilitação em química, pelas discussões e colaboração para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos maravilhosos e colegas do Ensino Médio, que sempre acreditaram em mim e me aconselharam a dar continuidade nos meus estudos, sabendo que tenho o potencial suficiente para encarar as dificuldades da vida.

A direção, professores e alunos da escola Padre Saraiva Leão – PSL – Redenção-Ce, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa e pela aprendizagem que proporcionaram durante a execução deste trabalho.

“O conhecimento serve para encantar as pessoas, não para humilhá-las.” (Mário Sérgio Cortela).



## RESUMO

Mesmo a química exercendo um papel bastante importante na vida do ser humano, o ensino desta ciência vem sendo um problema a ser enfrentado no Ensino Médio. Onde os estudantes demonstram dificuldades em aprender química em diversos níveis de ensino. Por não entenderem o significado e/ou a correlação dos que estudam com o seu cotidiano os alunos mostram desinteresse durante as aulas. Neste contexto, os modelos moleculares surgem como uma importante ferramenta, por auxiliarem na motivação da busca pelo conhecimento. A presente pesquisa teve por finalidade retratar a elaboração dos modelos físicos moleculares, com materiais de baixo custo para o Ensino Médio. Objetivou-se na construção de modelos simples de serem confeccionados e de fácil manuseio. A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual do Ensino Médio Padre Saraiva Leão, em Redenção-CE. Foram utilizados materiais de fácil acesso e de baixo custo na confecção destes modelos, em que, bolas de isopor e palitos de dentes foram os principais materiais utilizados na construção. Também foram utilizados na pesquisa, tampas de desodorantes e papelões de baixa flexibilidade, os quais serviram como suportes para a confecção dos ângulos de ligação. Além disso, foram desenvolvidas oficinas com os alunos, sempre com auxílio do professor. Após a confecção dos modelos e aplicação dos questionários, notou-se que houve motivação por parte dos estudantes em gostar de estudar química, ressaltando que as aulas práticas têm um papel bastante preponderante para entender melhor a química. Estes resultados mostram que as aulas práticas podem contribuir para a motivação no ensino-aprendizagem de química. Na escola citada, os alunos têm poucas, ou nenhuma aula prática, sendo que, a maioria dos alunos concorda que, se as tivessem, compreenderiam melhor as aulas de químicas. A pesquisa permitiu a visualização tridimensional das moléculas, considerando as diferentes ligações químicas; simples, duplas e triplas, com os seus respectivos ângulos de ligação. O estudo permitiu constatar que estes modelos construídos com as bolas de isopor e palitos de dentes são de fácil elaboração, podendo ser produzido pelo próprio professor a partir de suas próprias experiências e conhecimento químico utilizando materiais de baixo custo. Estes podem auxiliá-lo no desenvolvimento de suas aulas e contribuir para uma aprendizagem significativa. Foi possível perceber o quão necessário é a utilização destes modelos no ensino da química no Ensino Médio. Uma vez que a utilização dos mesmos, ajuda na compreensão e motivação dos conteúdos abordados, o que foi constatado pelas respostas dos discentes.

**Palavras-chaves:** *Química (Ensino Médio). 2. Modelos físicos moleculares. 3. Ligações químicas.*

## ABSTRACT

Even chemistry exercising a large role in the life of the human being, the teaching of this science has been a problem to be faced in high school. Where students demonstrate difficulty in learning chemistry in various levels of education. For not understanding the meaning and/or the correlation of those students that study with your daily life, they show lack of interest during class. In this context, molecular models emerge as an important tool, for help in the motivation for the pursuit of knowledge. This research was intended to portray the development of physical models, with low-cost materials for teaching of chemistry in high school. The objective of the construction of simple models to be made and easy to handle. The survey was developed in high school State Padre Saraiva Leão, in Redenção-CE. Easy access materials were used and cost effective on the making of these models, in which styrofoam balls and toothpicks were the main materials used in the construction. Were also used in the search, deodorant and cardboard covers with low flexibility, which served as supports for the confection of the angles. In addition, workshops were developed with the students, always with the teacher's assistance. After the production of models and application of questionnaires, it was noted that there was no motivation on the part of students to enjoy and study chemistry, pointing out that the practical lessons have a preponderant role to better understand the chemistry. These results show that the practical classes may contribute to motivation in the teaching and learning of chemistry. The school cited, students have few, or no practice, and most students agree that, if they did, would understand better the chemical classes. The research allowed the three-dimensional visualization of molecules, considering the different chemical bonds; single, double and triple, with their respective angles. The study has shown that these models built with styrofoam balls and toothpicks are easy preparation and may be produced by the professor from their own experiences and chemical knowledge using low-cost materials. These can assist you in developing your lessons and contribute to a meaningful learning. It was possible to realize how necessary is the use of these models in the teaching of chemistry in high school. Since the use of the same help in understanding and motivation of the content, which was established by the responses of the students.

**Keywords:** *Chemistry (high school). 2. physical Molecular Models. 3. Chemical bonds.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Ensino de Química no Ensino Médio.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Ligações químicas .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Geometria molecular .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4 Modelos moleculares .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.1 Modelos moleculares produzidos com materiais de baixo custo .....</b>	<b>25</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>28</b>
<b>3 MATERIAS E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Materiais.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Metodologia.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Procedimento .....</b>	<b>41</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Análises das respostas dos questionários.....</b>	<b>40</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A química é a ciência natural que se destina ao estudo da matéria e suas transformações. Assim observa-se que é uma ciência que expõe intensas relações com as atividades desenvolvidas pelo ser humano, pois apresenta papel de grande importância. Porém, a sociedade acaba achando essa disciplina difícil e usada somente por químicos especializados em laboratórios com aparelhagem cara e sofisticada. Pelo contrário, a química desempenha um papel importante e está ao nosso redor.

No aprendizado da química, podem-se distinguir dois níveis de atividades: a prática e a teoria. A atividade prática ocorre no manuseio e transformação de substâncias nos laboratórios e nas indústrias, quando então se trabalha em nível macroscópico. A atividade teórica se verifica quando se procura explicar a matéria, em nível microscópico. (BUENO; et al, Sd, Sl).

Sabe-se que os estudantes, de um modo geral, apresentam dificuldades em aprender Química nos diversos níveis de ensino, porque não percebem o significado ou a importância do que estudam. Se os conteúdos não são contextualizados corretamente, tornam-se difíceis, e acabam por não despertar interesse e motivação. Baseados nisso, vários autores afirmam que a maneira como alguns temas são abordados no ensino de química, faz com que os estudantes observem esta disciplina como uma ciência abstrata, já que muitas vezes não conseguem imaginar as ideias de espaço tridimensional, dificultando a aprendizagem.

A utilização dos modelos físicos no ensino de química acaba sendo de grande importância por tentar aproximar o conhecimento químico da realidade dos estudantes, proporcionando uma visualização tridimensional das moléculas, de modo a favorecer o processo de ensino-aprendizagem (RIOS, 2012).

Deste modo, observa-se que os modelos físicos moleculares são subsídios educacionais que servem de apoio para estudantes de química. A sua utilização é de grande importância, pois auxilia a visualização das ligações químicas e a percepção do seu arranjo espacial. Além disso, permite que estruturas moleculares complexas representadas sejam compreendidas e estudadas de forma concreta e palpável (LIMA e NETO, 1999).

Os modelos físicos moleculares são protótipos criados para a compreensão de certos conceitos ligados à química. Estes permitem uma visualização tridimensional do mundo

microscópico em nível atômico, tornando-se forte aliado no processo ensino-aprendizagem em geometria molecular, polaridade, isometria espacial entre outros.

Esses modelos são usados principalmente no Ensino Médio, onde os alunos começam a ter o contato direto com a química, para facilitar a compreensão de estruturas tridimensionais em compostos orgânicos e inorgânicos. Os alunos das escolas públicas são os que apresentam maior dificuldade no ensino de química, muitas vezes em virtude da falta de materiais de instrução para o ensino de ciências (em particular na química).

Assim, pesquisas são desenvolvidas no sentido de buscar alternativas a serem utilizadas no ensino de Química, que facilitem a visualização tridimensional de moléculas, que melhorem o entendimento dessa disciplina por parte dos alunos e que respondam aos questionamentos: Será que os professores de química estão aptos para trabalhar tal assunto em sala de aula? Qual a importância do uso destes modelos usando materiais de baixo custo, para a educação básica? Será que a construção destes modelos irá contribuir para melhor o entendimento dos alunos na disciplina de química, quanto à geometria molecular e para a observação de estruturas tridimensionais? Haverá mudança na compreensão do conteúdo por parte dos estudantes, após a construção dos referidos modelos?

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Ensino de Química no Ensino Médio

O Ensino de química vem sendo um problema a ser enfrentado no Ensino Médio, mesmo por apresentar um papel bastante importante na vida do ser humano. Pois se sabe que os estudantes expressam dificuldades em aprendê-la na educação básica, com repercussões negativas da educação superior. Isso porque o aluno não entende significado ou a importância do que estuda.

Esta disciplina é tida como um assunto desinteressante, mesmo sabendo que possui conteúdos totalmente presentes em nosso cotidiano. Esse desinteresse pode ser influenciado por vários fatores: ausência de laboratórios, ausência de bibliotecas, a não utilização de recursos multimídias e até mesmo a falta de contextualização do assunto. Quando os conteúdos não são definidos corretamente, se tornam difíceis e faz com que não se desperte interesse ou motivação dos alunos em aprender química.

Esse aspecto demonstra o carácter formativo que ainda se caracteriza o grau de ensino. Não se pode mais restringir a função do Ensino Médio sabendo que o objetivo é a preparação para o ensino superior e a formação do futuro profissional. No contexto da sociedade moderna não são exigidos do cidadão apenas o domínio da literatura e da escrita ou o conhecimento geral das áreas de ciências e humanidades, estudadas no Ensino Fundamental, para o cidadão moderno é necessário, também, o conhecimento das disciplinas científicas do Ensino Médio.

Atualmente a química é a chave para maior parte das grandes preocupações das quais depende do futuro da humanidade, sejam elas: energia, poluição, recursos naturais, saúde ou população. De fato, a química tornou-se um dos componentes do destino do gênero humano. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p 47 *apud* NEWBOLD, 1987, p 156).

Neste sentido, observa-se que a química é um componente crítico que o homem procura fomentar a população em geral, localizar novas fontes de energia, proteger e ao mesmo tempo defender a humanidade. Ofertar substitutos renováveis para materiais reduzidos ou por vias de extinção, melhorar a saúde e superar doenças, fortalecer a segurança pública, monitorar e preservar o meio ambiente. É notório que o ensino de química possui aspectos importantes para a sociedade em geral, fazendo parte da qualidade de vida do cidadão.

Diversos autores, conseqüentemente, consideram essencial que o conhecimento químico faça parte da vida cotidiana das pessoas, a fim de que elas possam contribuir para a preservação e a conservação de todas as formas de vida, inclusive da espécie humana, assim o cidadão acaba sendo crítico a partir do conhecimento químico.

Entretanto, quando analisamos a trajetória do ensino de química verificamos que, ao longo dos tempos, muitos alunos vêm evidenciando dificuldades em aprender. Na maioria das vezes, não percebem o significado ou a validade do que estudam. Usualmente os conteúdos parecem ser trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos. Alguns professores de química, talvez pela falta de formação específica na área, demonstram dificuldades em relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana. Suas práticas, na maioria das vezes, priorizam a reprodução do conhecimento, ou seja, a cópia e a memorização, acentuando a dicotomia teoria-prática presente no ensino. (NUNES; ADORNI, Sd, p.2).

Portanto, diante das dificuldades dos discentes no processo ensino-aprendizagem e no difícil engajamento dos conteúdos na realidade do educando, o processo educacional tem direcionado sua atenção à contribuição que as práticas contextualizadas com o cotidiano podem fornecer, aproximando a disciplina da realidade. É importante relacionar qualquer assunto abordado em sala de aula com a realidade de cada estudante. Em química não é diferente.

O que queremos dizer é que a química no Ensino Médio não pode ser ensinada como um fim em si mesma, então estaremos fugindo do fim maior da Educação Básica, que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade. Isso implica um ensino contextualizado, no qual o foco seja o preparo para o exercício consciente da cidadania. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 49).

Observa-se que as aulas experimentais em química apresentam um fator importante, especialmente, se estiver no cotidiano dos estudantes. Essa mudança de postura docente pode dar instrumentos para que os alunos interpretem de forma crítica os conhecimentos passados em sala de aula. Pois, constata-se a importância da química para o cidadão e conseqüentemente, de investigações que tratem sobre tal ensino. Relatam os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN'S que deve ficar claro que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A

experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em química. As atividades experimentais podem ser realizadas na sala de aula, por demonstração, em visitas e por outras modalidades. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando à construção dos conceitos.

Acreditamos que nós, professores de química, temos um papel fundamental e que, por meio da adoção desse novo paradigma, poderemos auxiliar em construção da sociedade democrática, em que a química esteja a serviço do homem e não da dominação imposta pelos sistemas econômico e político. Sendo assim, é necessário que não tenhamos a resistência de transformar a química da sala de aula em um instrumento de conscientização, com o qual trabalharemos não só os conceitos químicos fundamentais para a nossa existência, mas também os aspectos éticos, morais, sociais, econômicos e ambientais a eles relacionados (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p.138).

Neste contexto surge a necessidade de efetuar práticas pedagógicas desafiadoras às concepções prévias dos estudantes. Assim Stange, Foggiatto e Stiirmer (2011) relatam que é preciso lembrar que o princípio do diálogo seja trazido para os contextos da sala de aula, em especial na educação em química.

Franchi (2009) ressalta que o ensino de química, em particular, é um desafio enfrentado por parte dos professores, observando as contrariedades que eles encontram em qualquer nível de ensino, mesmo que a química se faça presente de maneira tão acentuada na sociedade e no cotidiano das pessoas. Uma das formas válidas para aproximar o aluno de sua realidade é ensinar a química de uma maneira interdisciplinar, visto que a interdisciplinaridade tem sido pauta na maior parte das discussões sobre educação e sobre o conhecimento científico e quase uma exigência do mundo de trabalho.

E assim esclarecem os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNS, que “[...] ensinar química para os alunos do Ensino Médio, faz com que eles desempenhem um papel importante, mantendo um espírito criativo, para que seus olhares pelo universo sejam diferentes”.

Para os alunos de química, espera-se que ele desenvolva um auto aperfeiçoamento contínuo, espírito criativo, capacidade para estudos extracurriculares e que tem uma formação humanística que permite exercer sua cidadania. Além disso, o aluno tem que reconhecer a química como uma



construção humana, compreendendo, assim, os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos culturais, socioeconômicos e políticos. Também é necessário que ele saiba fazer uma avaliação crítica da aplicação do conhecimento em química e identifique e apresente 7 soluções criativas para problemas relacionados com a química ou áreas correlatas. (FRANCHI, 2009, p. 6 *apud* BRASIL, 1999).

Surge assim a valorização e a importância de ensinar química no Ensino Médio, sabendo que o conhecimento químico não deve ser visto como um conjunto de informações isoladas, pré-determinadas e já pré-estabelecidas, mas como um produto do raciocínio humano, uma construção dele e por isso em contínua transformação. Contudo, considera-se que a experimentação, a observação, o olhar crítico, constitui ferramentas essenciais para ensinar química. Desse modo, a relação teoria e prática deve ser levada em consideração e valorizada durante o processo educacional para que esta disciplina seja assimilada de maneira mais rápida, prazerosa e eficiente.

As poucas informações que se tinha sobre o meio em que viviam, faziam com que procurassem modos de responder suas necessidades. Isso retrata não somente o caráter evolutivo da química, mas também uma posição ativa frente ao conhecimento, através da qual se busca respostas para indagações decorrentes da observação do cotidiano.

A contextualização é entendida como a significação dos conceitos, dos princípios e normas estabelecidas, deve, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento é submetido a uma interação entre sujeito e objeto. E é um dos recursos que o professor possui para retirar a condição de espectador do aluno, o que acaba por despertar o interesse para o estudo da química. (SILVA; PEREIRA, 2010).

Entretanto, quando analisamos a trajetória do ensino de química observa-se que, ao longo dos tempos, muitos alunos demonstram dificuldades em aprender. Na maioria das vezes, não percebem o significado ou a validade do que estudam. Usualmente, os conteúdos ministrados pelos professores demonstram ser trabalhados de forma descontextualizada, tornando-os distantes e difíceis, não despertando o interesse e a motivação de seus alunos.

Podemos perceber que faz parte do universo de pesquisas em educação estudos sobre os saberes que os professores utilizam em seu trabalho diário, para desempenhar tarefas e alcançar seus objetivos e a origem desses saberes. Os professores de química, cuja formação foi centrada em disciplinas científicas, sem que o conhecimento fosse problematizado, baseiam-se nestas para realizar sua atividade. Nesse caso, os professores

podem ter dificuldade em modelar esse conhecimento, situá-lo no mundo de vida dos estudantes e voltá-lo para a solução de situações problemáticas concretas. (QUADROS; et al, 2011).

Fica claro que vários educadores de química, talvez pela falta de formação específica na área, demonstram dificuldades em relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana. Suas práticas, na maioria das vezes, priorizam a reprodução do conhecimento.

## **2.2 Ligações químicas**

Na natureza, todos os sistemas tendem a adquirir a maior estabilidade possível. O conceito de ligações químicas explica que, quando os átomos se ligam uns aos outros tendem a aumentar a sua estabilidade. Apenas os gases nobres já têm a camada da valência completa. Assim Brown et al (2005) enfatizam que sempre que átomos ou íons estão ligados a outros, há uma ligação entre eles.

A ligação química, sendo a interação de dois átomos, está intimamente ligada ao rearranjo da estrutura eletrônica, ou melhor, dos elétrons dos átomos dentro de uma nova molécula. O potencial de ionização e a afinidade eletrônica são duas principais propriedades periódicas que podem auxiliar a compreender a natureza da ligação química. O potencial de ionização é a energia requerida para retirar um elétron do átomo e a afinidade eletrônica é a energia liberada quando um átomo recebe um elétron. (DUARTE, 2001)

Compreender o comportamento das moléculas deve-se levar em consideração o entendimento da ligação química. J.D. Lee (2011) afirma que quando se trata de ligação química estão envolvidos apenas os elétrons do nível mais externos de um determinado átomo.

A formação de ligações químicas envolve normalmente só os elétrons do nível mais externo do átomo e, através da formação de ligações, cada átomo adquire uma configuração eletrônica estável. O arranjo eletrônico mais estável é a estrutura de um gás nobre e muitas moléculas possuem essa estrutura. Contudo, arranjos menos estáveis que a de gás nobre ocorrem regularmente nos elementos de transição. (J.D. LEE 2011, P.14).

As primeiras afirmações sobre a origem das ligações químicas foram desenvolvidas por Lewis na Universidade da Califórnia e Kossel na Universidade de Munique em 1916. A

principal ideia de seus trabalhos sobre as ligações é que eles observaram que os átomos sem a configuração eletrônica de um gás nobre geralmente reagiam para produzir tal configuração, uma vez que essas configurações são conhecidas como sendo estáveis. (SOLOMONS; FRIHLE, 2013).

Diante disso, é notável que os conceitos que surgem das propostas apresentadas por Lewis e Kossel são aceitáveis para as explicações de diversos problemas que estão relacionados na química até os dias de hoje.

Segundo Duarte (2001) existem três principais tipos gerais de ligações químicas, dentre elas: ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica. O termo “ligação iônica” está relacionada as forças eletrostáticas que existe entre íons de cargas de sinais contrários. Esses íons devem ser formados a partir de átomos pela transferência de um ou mais elétrons de um átomo para outro, ou seja, formam-se ligações iônicas quando elementos eletropositivos reagem com elementos eletronegativos. (SOLOMONS; FRIHLE, 2013. J.D. LEE, 2011. BROWN, et al, 2005). Neste caso, os átomos podem perder ou ganhar elétrons e formar partículas carregadas que podem ser denominadas como íons.

Quando dois ou mais átomos que apresentam eletronegatividades similares reagem, diferente das ligações iônicas, não ocorre a transferência de elétrons, mas os átomos atingem as configurações dos gases nobres através do compartilhamento de elétrons. (SOLOMONS; FRIHLE, 2013). Com isso, uma “ligação covalente” resulta no compartilhamento de elétrons entre átomos de diferentes elementos ou iguais. Um exemplo mais comum desse tipo de ligação é visto nas interações entre elementos não metálicos.

Os elétrons envolvidos em ligações químicas são os elétrons de valência os localizados no nível incompleto mais externo de um átomo. O químico americano G. N. Lewis sugeriu uma maneira mais simples de mostrar os elétrons de valência dos átomos e seguir o rastro deles durante a formação da ligação, usando o que hoje conhecemos como símbolo de pontos de elétrons ou simplesmente símbolo de Lewis. O símbolo de Lewis para um elemento consiste do símbolo químico do elemento mais um ponto para cada elétron de valência. (BROWN, et al, 2005, p.253).

Segundo Brown, et al, (2005) as “ligações metálicas” normalmente são encontradas em metais como cobre, ferro e alumínio. Nestes metais cada átomo está ligado a vários átomos vizinhos. Os elétrons ligantes estão relativamente livres para se mover pela estrutura

tridimensional. Essas ligações dão origem a tais propriedades metálicas como altas condutividades elétricas e brilho.

Deve-se levar em consideração a tendência de um átomo atingir a configuração onde sua camada de valência contém oito elétrons, denominada de “regra do octeto”. Nessa regra os átomos tendem a ganhar, perder ou compartilhar elétrons até que possam ser rodeados de oito elétrons de valência.

Ligação química talvez seja um dos assuntos que os alunos do nível médio apresentam mais dificuldade. Desta forma, o referido tema merece uma boa atenção por parte dos professores, desde sua primeira abordagem. Quando se estuda as ligações químicas, observa-se a necessidade de utilizar os modelos moleculares, que são uma representação macroscópica de fenômenos microscópicos, na tentativa de melhorar o entendimento por parte dos discentes.

### **2.3 Geometria molecular**

Segundo Valente e Moreira (2006), quando se fala de geometria molecular, os alunos do Ensino Médio mostram desinteresse em aprender, mesmo quando se trata de moléculas simples. E é através da determinação prévia da estrutura de Lewis que é considerada o ponto de partida essencial para o referido assunto.

A geometria molecular é um parâmetro de importância fundamental para a previsão da polaridade de uma molécula. Esta, por sua vez, permite inferir sobre o tipo e intensidade das interações intermoleculares que se podem estabelecer entre moléculas no composto puro, ou com átomos, ou moléculas de outras substâncias. Contudo, a previsão da geometria molecular, até de moléculas simples, representa frequentemente um problema que muitos alunos do ensino secundário e, por vezes do superior, não conseguem superar. Estas dificuldades estão usualmente relacionadas com a suposta necessidade de determinar, previamente, a estrutura de Lewis para as moléculas. (VALENTE; MOREIRA, 2006, p. 25).

A geometria molecular é conhecida como sendo o estudo em que os átomos estão distribuídos espacialmente em uma molécula, ou seja, quando dois ou mais átomos se unem para formar uma molécula, sua eletrosfera entra em contato e o formato de seus orbitais (esféricos ou elípticos) influenciará no formato final das ligações, (LOYDE; et al, 2009).

Para prever a posição dos átomos nas moléculas e no íon ou para determinar a estrutura de uma molécula é necessário levar em consideração uma ideia, relativamente simples, denominada “Modelo de Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência” (RPECV ou VSEPR, da sigla em inglês).

O modelo VSEPR não consegue prever exatamente o ângulo, mas pode criar um parâmetro indicando que ele será menor que o valor nominal. Na determinação do valor real, deve-se medir experimentalmente ou calcular utilizando a equação de Schrödinger numericamente em um computador. (NETO,2007, p. 21)

A ideia do modelo RPECV foi criada pelos químicos ingleses Nevil Sidgwick e Herbert Powell em 1940, onde foi possível prever a forma aproximada de uma molécula com base no número de pares de elétrons na camada de valência do átomo central, no caso de moléculas que contém somente ligações simples. O seu método de previsão tem como base a minimização da repulsão dos pares de elétrons, isto é, a orientação dos orbitais deve ser tal que as distâncias entre elas sejam o maior possível. Em 1957 o químico Ronald Gillespie, se baseou nos trabalhos prévios de Sidgwick e Powell, criando uma ferramenta muito simples para prever a geometria das moléculas, tendo uma maior exatidão na Geometria Molecular. (NETO e SILVA, 2008).

Segundo Solomons e Frihle (2013) o modelo RPECV pode ser determinado da seguinte maneira:

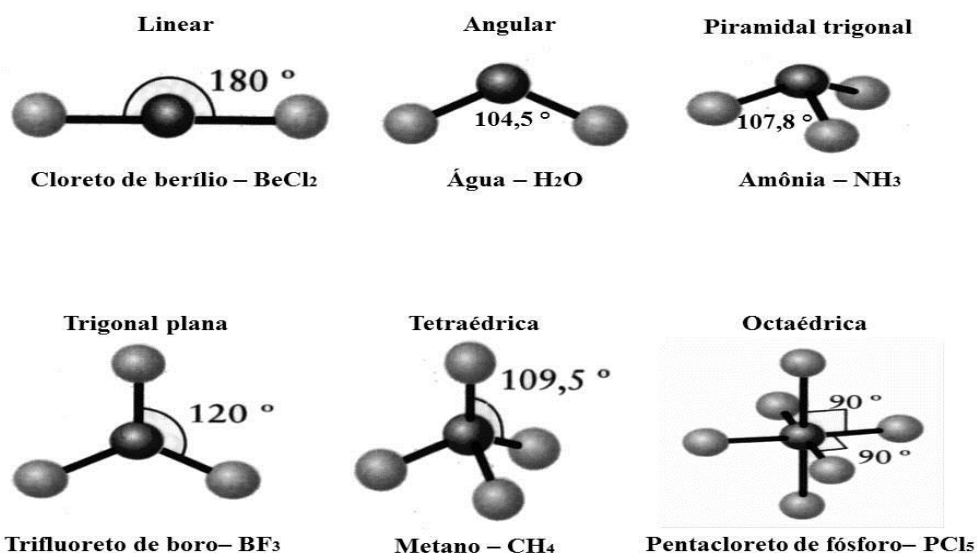
- Consideramos as moléculas nas quais o átomo central está ligado covalentemente a dois ou mais átomos ou grupo.
- Consideramos todos os pares de elétrons de valência do átomo central, tanto aqueles que são compartilhados nas ligações covalentes, chamados de pares ligantes, quanto, aqueles que não estão compartilhados, chamados de pares não ligados.
- Uma vez que os pares de elétrons se repelem, os pares de elétrons da camada de valência tendem a ficar o mais afastado possível. A repulsão entre os pares isolados é geralmente maior do que entre os pares ligantes.
- Chegamos a geometria da molécula, considerando todos os pares de elétrons, ligantes ou isolados, mas descreve-se a forma da molécula levando em

consideração as posições dos núcleos e não através das posições dos pares de elétrons.

Esse método se baseia na ideia de que os pares eletrônicos da camada de valência de um átomo central que esteja fazendo ligação química ou não se comportam como nuvens eletrônicas que se repelem, ficando com a maior distância angular possível uns dos outros. No entanto, a força de repulsão existente entre os átomos é pequena e por isso, incapaz de desfazer as ligações químicas das moléculas. Assim, os ângulos formados pela repulsão das nuvens eletrônicas, conferem um tipo de geometria da molécula.

A geometria molecular explica o arranjo espacial do átomo do entorno central e dos átomos ligados diretamente a ele. Esta pode assumir várias formas geométricas, dependendo dos átomos que a compõem, sendo que as mais importantes geometrias moleculares são: linear, angular, trigonal plana, piramidal, tetraédrica e octaédrica. (SHRIVER e ATKINS, 2008). Conforme mostra as figuras abaixo.

**Figura 1.** As geometrias moleculares mais importantes.



**Fonte:** Adaptados de Neto (2007).

Com a ideia proposta pelos autores, é possível prever um bom entendimento da química através da geometria molecular, aprimorando o aprendizado dos alunos no Ensino Médio, tendo em conta uma melhor visualização das moléculas em três dimensões.

## 2.4 Modelos moleculares

Os primeiros modelos moleculares surgiram no século XIX, antes do total conhecimento da estrutura dos compostos orgânicos. Foi em 1811 que John Dalton, para elucidar as ideias publicadas em sua obra "New System of Chemical Philosophy" produziu um modelo atômico de moléculas diatômicas simples. Após a publicação de Dalton, só em 1865 Kekulé construiu outros modelos. Já em 1874, Van't Hoff usou modelos tetraédricos para ligar os vértices das faces para desenhar os isômeros ópticos do ácido tartárico. Pasteur observou os isômeros ópticos em 1848, mas ele não tinha argumento para explicar a sua forma estrutural. Sachse foi o único dos poucos químicos do seu tempo a utilizar modelos para fazer previsões. Em 1890 ele publicou um artigo predizendo a existência das estruturas da cadeira e do barco para o ciclohexano. (SOUZA, 2012).

Roque e Silva (2008) ressaltaram que os modelos moleculares surgiram para aprimorar o conhecimento químico de forma concreta. Em 1865 A. W. Hoffmann apresentou, em uma conferência, modelos confeccionados com bolas e varas de madeira para salientar a importância do conhecimento de estruturas moleculares. Em 1929, Minné propôs a construção de um modelo molecular usando rolhas de cortiças e bastão de vidro a fim de demonstrar a existência de estereoisômeros do ácido tartárico. E em 1941, Black e Dole propuseram também seus modelos moleculares confeccionados com esferas de madeira unidos por pequenos bastões.

Os autores esclareceram que naquela época, o desafio era a determinação da constituição da molécula, ou seja, a determinação do número de átomos dos elementos presentes e a conectividade entre eles. Assim, esses modelos no momento, eram apenas representados em duas dimensões. O desafio da terceira dimensão das moléculas só surgiu após a descoberta de Louis Pasteur do desvio do plano da luz polarizada provocado pelo ácido tartárico, aliada à forma tetraédrica proposta para o átomo de carbono por van't Hoff e Le Bell. A partir daí tornou-se necessário imaginar e representar as moléculas em três dimensões. Tarefa difícil que exigiu a elaboração de modelos moleculares, que passaram a ser construídos, não apenas com bolas e varetas, mas também com bolas e molas. Hoje, modelos virtuais somam-se aos demais, constituindo uma nova ferramenta no estudo da química.

Com o objetivo de promover o entendimento conceitual de química em estudantes do Ensino Médio tem-se buscado várias alternativas, todas com a mesma finalidade; desenvolver

habilidades de representação e facilitar a visualização tridimensional do conhecimento químico.

Filho (2005) aponta que a utilização de material didático para o ensino de química, usado em sala de aula ou mesmo em laboratórios didáticos, tem bastante importância histórica, que vem sendo reconhecida no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, material didático (modelos moleculares) utilizados neste processo, tem sido desenvolvido há décadas e continua sendo valorizado, sem sofrer alterações significativas.

Os materiais didáticos são ferramentas fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem, sendo importante que o professor se instrumentalize para fazer suas escolhas, garantindo um material com qualificação para a aprendizagem. Tais materiais são instrumentos e podem incentivar o entendimento dos conteúdos. Nesse sentido, o material didático altera a monotonia das aulas verbais, pois pode estabelecer um contato na comunicação entre o professor e o aluno e, nesse aspecto torna-se um mediador no processo de ensino-aprendizagem. (SCALCO; et al, 2012).

Com isso, pode-se esclarecer que a confecção de conjuntos de modelos moleculares surge como uma ferramenta de grande importância por facilitar a assimilação e o aprendizado de conceitos que envolvam a geometria molecular, as ligações químicas entre outros. O uso de modelos moleculares é simples e de grande valia para este propósito, pois apoia a visualização das ligações químicas distribuída no espaço, existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula, como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do arranjo espacial destas.

Para Lima e Neto (1999), a forma como, comumente, alguns temas específicos da química são abordados em sala de aula leva o estudante, do Ensino Médio, a imaginar a química como uma ciência puramente abstrata. Neste aspecto, diversos fatores colaboram para isso, como por exemplo, o fato dos estudantes não conseguirem conceber ideias no espaço tridimensional, dificultando consideravelmente o aprendizado, além de transmitir o conceito errôneo de que o estudo da química é meramente decorativo.

Assim, cabe aos profissionais do ensino da química buscar alternativas didáticas que promovam a melhoria do aprendizado, mostrando aos alunos que a química é uma ciência cujos conceitos e leis são consequência direta do comportamento da natureza. O uso de modelos moleculares é simples e de grande valia para este propósito, pois apoia a visualização das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula,



como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do arranjo espacial destas. (LIMA, NETO, 1999, p. 903).

Deve-se levar em consideração que os modelos moleculares propiciam uma maneira de se estudar e entender melhor a estrutura molecular invisível a nossos olhos, uma vez que proporcionam uma forma de representá-las. Com o aprendizado dessa forma de representação, o químico não precisa mais ter o modelo concreto em suas mãos, ele consegue imaginá-lo a partir da fórmula estrutural desenhada. Assim, verifica-se que os modelos e suas representações são de extrema importância, não só na química, como na bioquímica, no estudo de macromoléculas naturais, como as proteínas. Eles constituem uma linguagem específica dos químicos. (ROQUE; SILVA, 2008).

Vale ressaltar que a utilização de modelos moleculares no aprendizado de conceitos químicos não é muito comum em escolas de rede pública, sobretudo na questão da importância da experimentação para o ensino de química. Verifica-se que os modelos utilizados no ensino de química podem, então, contribuir para que a aprendizagem seja significativa e satisfatória no que diz respeito ao desenvolvimento da noção da tridimensionalidade das moléculas.

#### **2.4.1 Modelos moleculares produzidos com materiais de baixo custo**

Uma das maiores dificuldades no ensino de química, principalmente no ensino médio, é a visualização tridimensional das moléculas, quando se trata da compreensão da geometria molecular e das ligações químicas. Estes aspectos, tidos como complexos, ocorrem também em outras áreas, como no caso da bioquímica e biologia molecular, levando em consideração que o comportamento químico e bioquímico das substâncias depende do seu arranjo estrutural.

Uma proposta bastante útil na visualização tridimensional das moléculas são os modelos moleculares atômicos comerciais, confeccionados de plástico. Entretanto, a quantidade e o formato das peças que constituem estes modelos comerciais limita de maneira significativa o número de formas geométricas que podem ser montadas. Além disso, o custo destes modelos é elevado e nem sempre os mesmos atendem à necessidade dos alunos e dos professores, pois são construídos dentro de um padrão já instituído há décadas e que provoca limitações em cada modelo, especialmente no que se refere às aplicações dentro do conteúdo de química, (GONÇALVES; et al, 2007).

Diante disso, autores criam ideias em construir modelos moleculares artesanais, que podem ser executados de várias formas, usando os mais variados materiais e com baixo custo, para que os alunos do Ensino Médio aperfeiçoem seus conhecimentos sobre geometria molecular e dos demais assuntos relacionados a química.

Lima e Carneiro (2010) desenvolveram uma forma bastante eficaz de construção dos modelos moleculares, com a reutilização da fibra da palmeira de Buriti (*Mauritia flexuosa*) para a representação dos átomos e palitos de dente representando as ligações. Gonçalves et al, (2007) desenvolveram modelos moleculares trabalhando com massas de biscuit, e palitos plásticos de pirulito para representar as ligações.

Lima e Neto (1999) propuseram modelos moleculares com bolinha de plástico (contas de bijuterias de número 08) na qual, usou-se aço galvanizado ou cobre para fixar as ligações com o uso de formas improvisadas e as ligações foram representadas com hastes de cotonetes. Para a confecção de seus modelos adaptados, Scalco et al, (2012) utiliza também materiais de baixo custo e de fácil acesso (bolas de isopor, fio de cobre para representar as ligações, cola branca, tinta e areia colorida).

É de extrema importância ressaltar que a utilização de modelos atômicos versáteis no processo de aprendizagem requer uma aproximação da teoria com o conhecimento cognitivo do mesmo, onde esta experiência possa ser conduzida pelo corpo docente. (ALMEIDA, SILVA e CARVALHO, 2010).

De acordo com Lima e Carneiro (2010) devem ser levados em consideração dois aspectos fundamentais para a construção de modelos com materiais alternativos: primeiro, que os modelos devem facilitar a visualização do arranjo espacial das moléculas e, segundo devem ser fáceis de construir e manusear, além de práticos e baratos. Com isso, diversos materiais podem ser úteis na construção desses modelos. A tabela 1, ilustrada por Lima e Neto, demonstra comparativamente a relação das vantagens e desvantagens de modelos comerciais e alternativos que são propostos na literatura.

**Tabela 1.** Vantagens e desvantagens de modelos comerciais e alternativos que são propostos na literatura.

<b>Tipos</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Comerciais	Acabamento fino, ângulos corretos.	Importados, caros, limitados números de peças, são específicos, fácil desgaste, configurações espaciais restritas.
Bolas de isopor com palitos de dente	Acessível e versátil com ampla e pronta aplicação	Ocupa muito espaço é de fácil desgaste
Canudos de bebida	Fácil aquisição, cores variadas.	Montagem definitiva, frágil, muito leve.
Balões de aniversário	Acessível, cores variadas.	Definitivo, frágil, muito leve.
Arame	Fácil construção	Difícil manuseio da estrutura, uso restrito.
Bolas de isopor com canudos, alfinetes e arames.	Versátil, ampla aplicação em química, acessível.	Montagens definitivas, difícil posicionamento dos ângulos.

**Fonte:** Adaptado de Lima; Neto (1999).

Lima e Carneiro (2010) ressaltam que, com base nestes aspectos, surgem diversas propostas de construção de modelos moleculares artesanais, confeccionados a partir de matérias de baixo custo. Portanto, as técnicas quando aplicadas ao estudo da formação de modelos moleculares e ao arranjo espacial das moléculas e também para mostrar que a química não uma abstração.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

- Retratar a elaboração dos modelos físicos moleculares, com materiais de baixo custo para ensino de química no Ensino Médio;

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Entender o funcionamento das moléculas na forma tridimensional;
- Conhecer como funcionam as ligações químicas, e abordar a Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (TRPECV), a geometria molecular;

- Explicar como ocorrem as reações químicas, com uma abordagem a partir das estruturas propostas;
- Demonstrar para os alunos a principal função dos modelos físicos no ensino de química.

## **4 MATERIAS E MÉTODOS**

### **4.1 Materiais**

Para a confecção dos modelos físicos foram utilizados os seguintes materiais: bolas de isopor de tamanhos diferenciados (25 e 35 mm) usados como átomos de acordo com as cores de cada esfera pintada, palitos de dente que por sua vez representaram as ligações, tinta acrílica (fosca para artesanato) de diferentes cores, utilizada para pintar as variadas bolas e pinceis. Utilizou-se outros materiais, como: transferidor, régua, lapiseira, compasso, papelão duro, tampa de desodorante com 45 mm de altura furada no centro da base, estilete e tesoura, e marmitas que serviram como recipientes de transporte. Todos os materiais citados são de baixo custo, de fácil acesso.

Os materiais utilizados estão nomeados de acordo com as suas devidas legendas, apresentados na figura 2 a seguir:

- 1- Marmita maior.
- 2- Papelão duro.
- 3- Marmita menor.
- 4- Tinta acrílica.
- 5- Tampa de desodorante.
- 6- Palitos de dentes.
- 7- Tesoura.
- 8- Pinceis.
- 9- Estilete.
- 10- Compasso.
- 11- Régua.

12- Transferidor.

13- Bolas de isopor.

Figura 2. Principais materiais utilizados para confecção dos modelos.



Fonte: Acervo do autor (2015).

## 4.2 Metodologia

Esta pesquisa foi do tipo exploratório-descritiva, auxiliada com abordagem qualitativa em razão de sua aplicabilidade, visando melhorias sociais. O método empregado na pesquisa foi misto. A proposta consistiu na construção de modelos físicos moleculares, a partir de materiais de baixo custo visando incentivar o estudante no ensino-aprendizagem de química. Além disso, cabe salientar a importância da compreensão dos conceitos relacionados a ligação química (TLV – Teoria da Ligação de Valência, TRPECV – Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência e TOM – Teoria do Orbital Molecular), apresentando como os átomos que ligam formando as moléculas e como se localizam no espaço tridimensional.

A produção dos modelos físicos foi desenvolvida na Escola do Ensino Médio Padre Saraiva Leão (E.E.M.P.S.L), escola da rede pública estadual, localizada na praça Joaquim Távora, nº160, no centro da cidade do município de Redenção - CE a uma distância de 60 Km da capital Cearense (Fortaleza) (figura 3).

O instrumento de coleta de dados foi realizado com a elaboração de 2 (dois) questionários semiestruturados com questões simples de carácter qualitativo. Usados com o

objetivo de conhecer as metodologias empregadas pelos professores de química e avaliar a aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio quanto aos conteúdos ensinados em sala de aula na escola citada. Sendo que um dos questionários foi aplicado a 50 (cinquenta) alunos, dividido em duas turmas do 3º (terceiro) ano (25 pela manhã e 25 à tarde). Os questionários foram aplicados antes e depois da confecção dos modelos físicos. E outro questionário foi dirigido para 2 (duas) professoras de química da referida instituição escolar. A atividade foi desenvolvida após a aplicação dos questionários, com base nas aulas ministradas sobre hidrocarbonetos, funções orgânicas, funções oxigenadas e nitrogenadas, onde os alunos empregariam os modelos físicos para testar o desenvolvimento da noção sobre a tridimensionalidade.

Strauss e Corbin (2008 *Apud* SCALCO et al. 2012), ressaltam que o questionário pode ser qualificado como um instrumento de coleta de dados, utilizados para averiguação que busca informação a partir de uma série de questões que abrangem o tema de interesse do pesquisador. Com isso, as questões ao serem estabelecidas, devem ser de forma objetiva e clara, tendo como base os objetivos de estudo.

**Figura 3.** E.E.M. Padre Saraiva Leão.

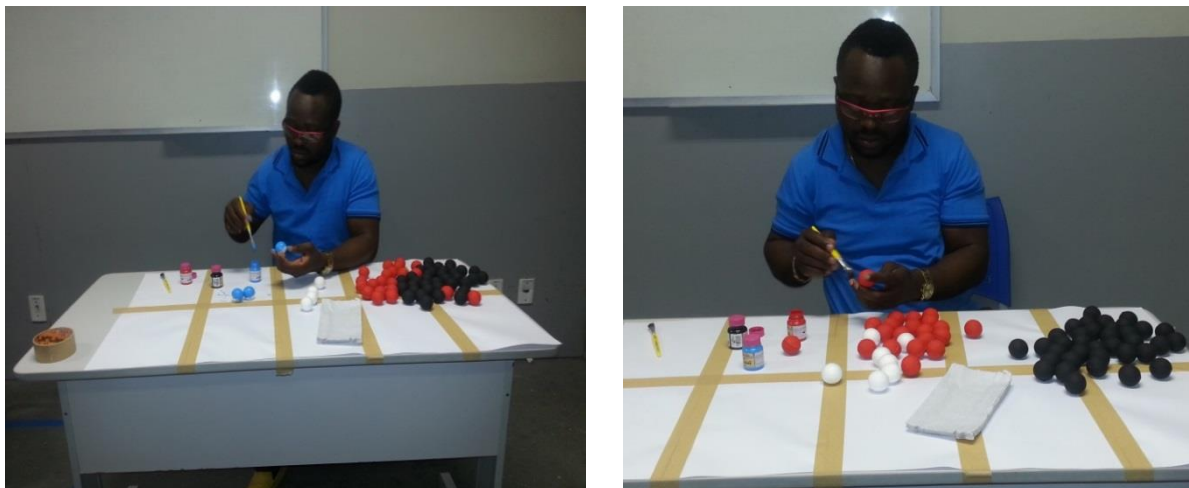


**Fonte:** Acervo do autor, (2015).

Inicialmente pintaram-se as esferas com base nas identificações dos respectivos elementos de acordo com a tabela 2. Cada átomo foi representado por uma cor diferente, onde

as esferas de cor preta representam os átomos de carbono, as vermelhas representaram os átomos de oxigênio, as esferas azuis representaram átomos de nitrogênio e as de cor branca representaram os hidrogênios.

**Figura 2.** Pintura das bolas de isopor.



Fonte: Acervo do autor (2015).

A tabela 2 a seguir demonstra as cores dos principais elementos ou átomos a serem utilizados para a confecção dos modelos físicos.

**Tabela 2.** Identificação dos elementos com suas respectivas cores

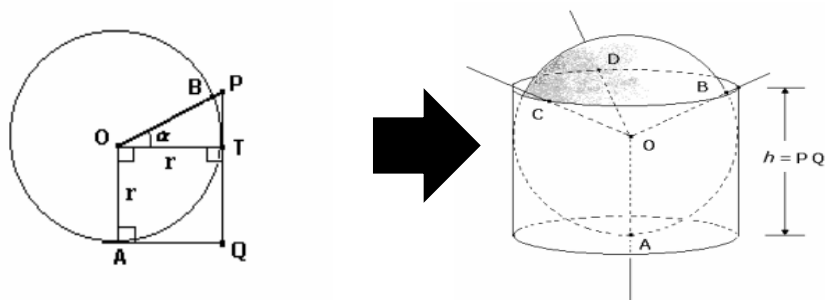
<b>Elemento</b>	<b>Cor</b>
Carbono	Preto
Oxigênio	Vermelho
Nitrogênio	Azul
Hidrogênio	Branco

**Fonte:** Acervo do autor, (2015).

Os modelos físicos foram escolhidos com base nos compostos utilizados e os mais trabalhados no Ensino Médio (ANTUNES, 2013). As esferas foram perfuradas conforme seu ângulo, usando os palitos de dentes para representar as ligações entre os átomos de carbono do tipo  $sp$ ,  $sp^2$  e  $sp^3$ .

Para a construção das moléculas que apresentavam carbono do tipo  $sp^3$  as bolas foram colocadas no interior da tampa de desodorante furada no centro da base, e espetadas apropriadamente com os palitos de dentes, podem ser comparáveis aos sólidos geométricos. Estes por sua vez, são obtidos devido a rotações de figuras planares, segundo o eixo AO da circunferência de raio  $r$ . De acordo com Gouveia-Matos et al (2006), as relações trigonométricas a partir da figura planar mostram que  $PQ = r + (r \times (\text{raiz de } 2)/4) = 27,1 \text{ mm}$  para esferas de  $r = 20 \text{ mm}$ . Descontado a rosca interna, a altura efetiva da tampa (o análogo de PQ) é entre 27 e 28 mm, o que implica 0,4 - 3,3 % de diferença com o calculado.

**Figura 5.** Figura planar produzindo um sólido geométrico.

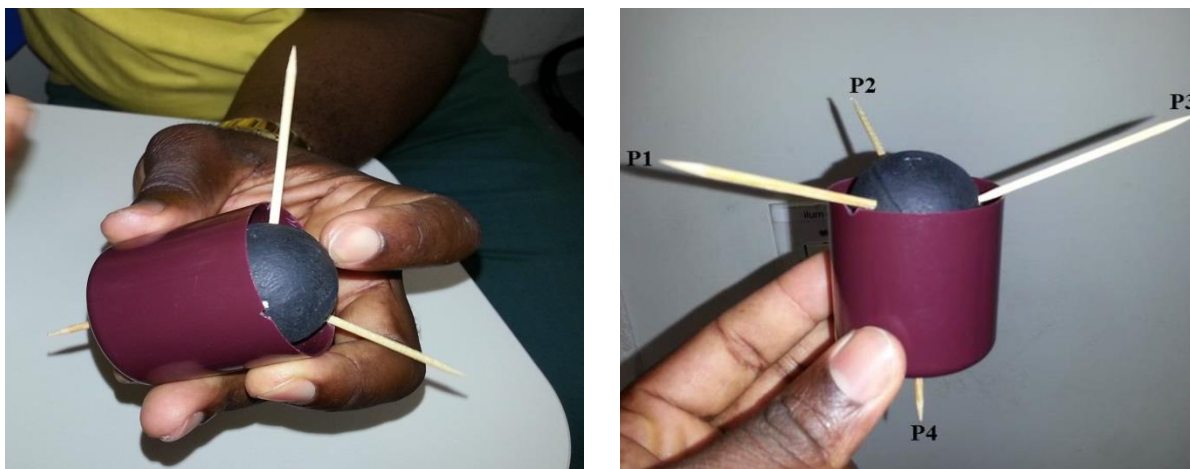


Fonte: Adaptado de Gouveia-Matos et al (2006).

Na construção de moléculas com carbono  $sp^3$  consiste em diversos fatores: 1. espetar perpendicularmente na bola de isopor contida na tampa de desodorante um palito P1 pelo furo do centro da base; 2. retirar conjunto bola-P1 e reintroduzi-lo na tampa apoiando P1 sobre a borda; 3. espetar um palito P2 pelo furo do centro da base; 4. retirar o conjunto bola-P1-P2 e reintroduzi-lo na tampa apoiando agora P1 e P2 sobre a borda, e introduzir P3, etc., isto ocorre até completar os 4 palitos (Fig. 6). (GOUVEIA-MATOS; DEL-VECCHIO; CALDAS, 2006).



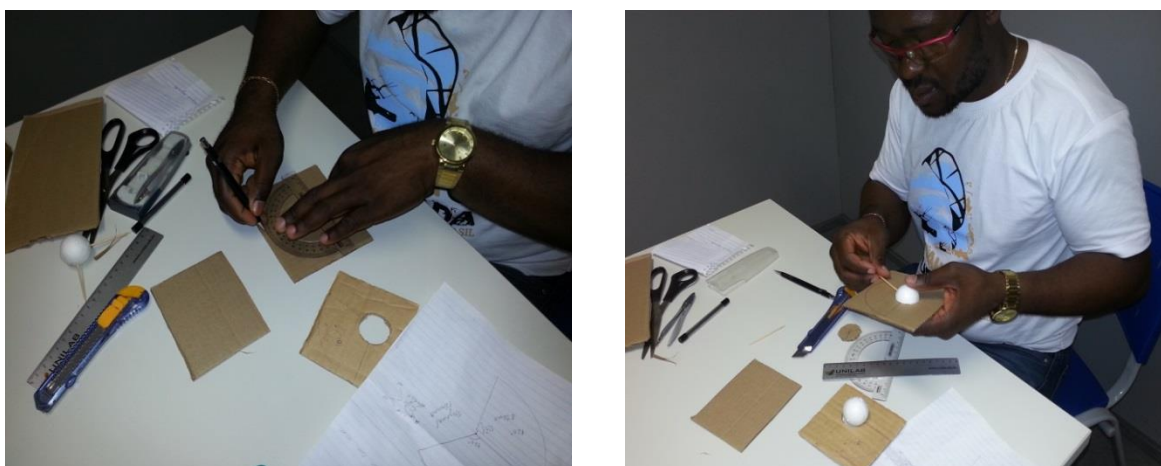
**Figura 6.** Construção dos ângulos de ligação na tampa de desodorante.



Fonte: Acervo do autor (2015).

As moléculas que apresentavam carbonos  $sp^2$  e  $sp$ , e outros elementos como oxigênio e nitrogênio foram construídos seus ângulos nos papelões, usando o transferidor e o compasso para a realização dos ângulos de ligação (Fig. 7).

**Figura 7.** Construção dos ângulos de ligação.



Fonte: Acervo do autor (2015).

Antes da construção dos respectivos modelos físicos com os alunos, foi aplicado um questionário com a intenção de avaliar o processo de ensino-aprendizagem, bem como conhecimento prévio sobre o assunto. E perceber o conhecimento que trazem sobre tal

assunto, sabendo que no Ensino Médio existe uma grande dificuldade dos estudantes em visualizarem as moléculas orgânicas no espaço tridimensional, quando é abordado o tema geometria molecular. (RIOS, 2012).

Após a aplicação do questionário, foram confeccionados os modelos físicos moleculares com os discentes em sala de aula, com base nos conteúdos que foram ministrados pelas professoras, visando proporcionar um melhor entendimento por parte deles no que se refere a tridimensionalidade das moléculas.

### 4.3 Procedimento

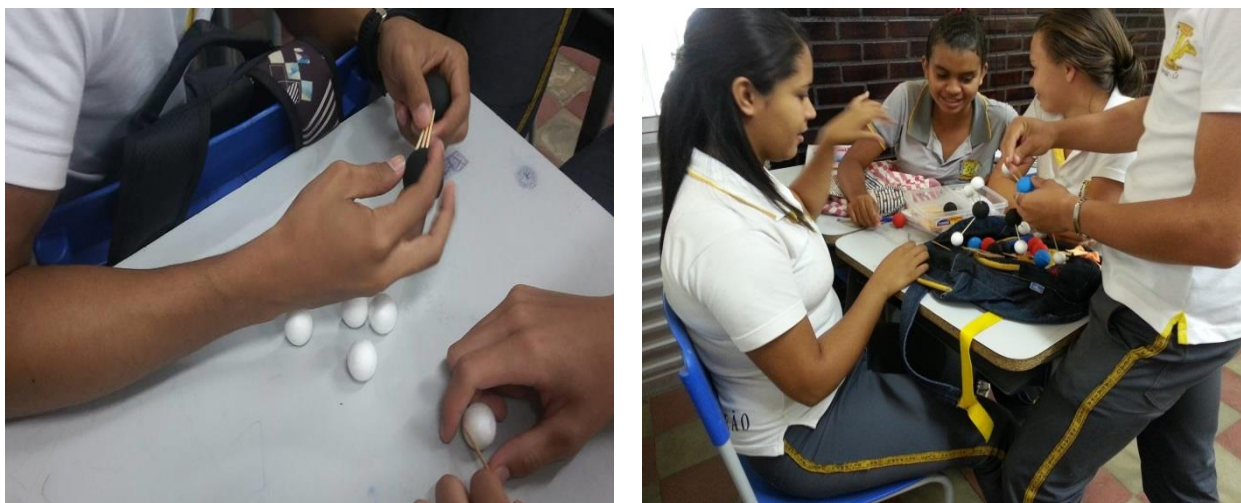
Primeiramente foram colocadas no quadro diversas fórmulas moleculares de alguns compostos orgânicos nitrogenados, de acordo com os assuntos trabalhados em sala. Em seguida, a turma foi dividida em 6 pequenos grupos de quatro e cinco estudantes. Cada grupo ficou responsável pela construção de algumas moléculas utilizando os materiais baixo custo fornecidos. Após a construção, o grupo tinha que nomear os compostos e apresentar para toda turma, com base no que aprenderam.

**Figura 8.** Construção dos modelos físicos.



Fonte: Acervo do autor (2015).

**Figura 9.** Construção dos modelos físicos.



Fonte: Acervo do autor (2015).

**Figura 10.** Construção dos modelos físicos.



Fonte: Acervo do autor (2015).

A Figura 11 ilustra o momento em que os estudantes apresentaram e nomearam as moléculas confeccionadas.

**Figura 11.** Apresentação dos modelos físicos construídos pelos estudantes.



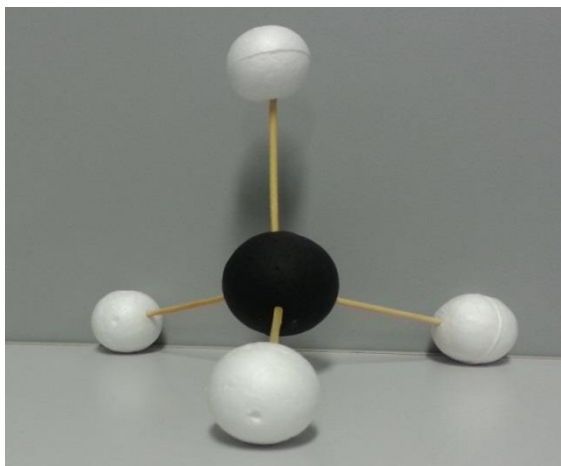
Fonte: Acervo do autor (2015).

Os principais materiais utilizados (bolas de isopor e palitos de dentes) na confecção dos modelos físicos observa-se que vários autores usam os mesmos materiais para construir diversos modelos. Mas a diferença é que neste trabalho, os ângulos de ligação são trabalhados de forma correta, procurando reproduzi-los o mais próximo dos modelos originais.

Os modelos construídos pelos estudantes basearam-se nas ilustrações seguintes:

O metano é o principal constituinte do gás natural. É um hidrocarboneto, composto formado apenas por ligações simples entre carbono e hidrogênio. É uma molécula tetraédrica e apresenta entre as ligações um ângulo de  $109,5^\circ$ . Segundo Almeida et al (2010), o metano em geral é denominado de gás dos pântanos, isso se deve ao produto da decomposição de vegetais em condições anaeróbicas.

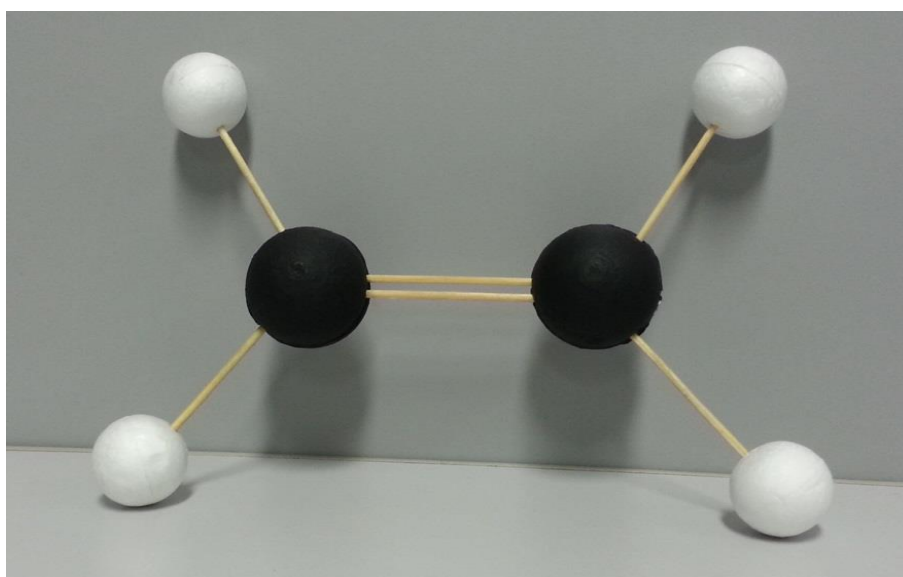
**Figura 12.** Metano.



Fonte: Acervo do autor (2015).

O Eteno é um hidrocarboneto, também chamado pela sua nomenclatura usual de etileno. Trata-se de um composto ou molécula que apresenta dois átomos de carbono e quatro de hidrogênios. Os átomos de carbonos estão ligados entre si por meio de uma dupla ligação, cada um fazendo mais duas ligações com átomos de hidrogênio. A existência de uma ligação dupla entre os carbonos significa que a eteno é um hidrocarboneto insaturado, e os carbonos desta molécula apresentam hibridização do tipo  $sp^2$ .

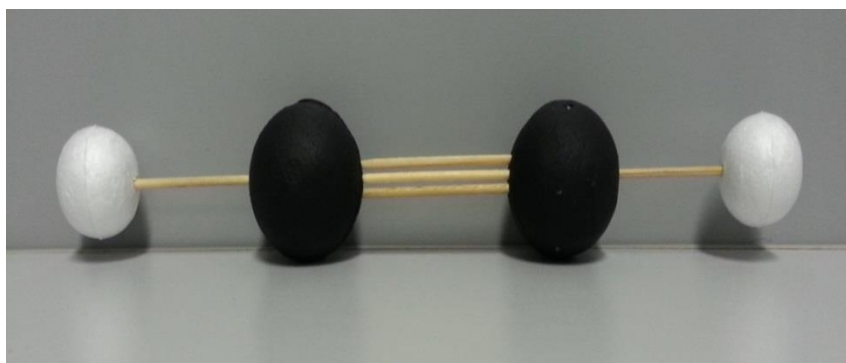
**Figura 13.** Eteno.



Fonte: Acervo do autor (2015).

O etino é altamente conhecido, pela sua nomenclatura usual de acetileno. O etino é utilizado como matéria prima na produção de ácido acético e de outros compostos de carbono. Tem maior acidez em relação aos alcenos e aos alcanos, devido a sua ligação tripla, que proporciona maior força de ligação entre os átomos de carbono, deixando a molécula de alcino com maior capacidade de liberar prótons, (ALMEIDA, et al, 2010). Trata-se de uma molécula que possui dois átomos de carbono, ligados entre si por meio de uma tripla ligação, cada um fazendo mais uma ligação com um átomo de hidrogênio. Os carbonos da molécula de etino apresentam hibridização do tipo  $sp$ , com a sua geometria linear.

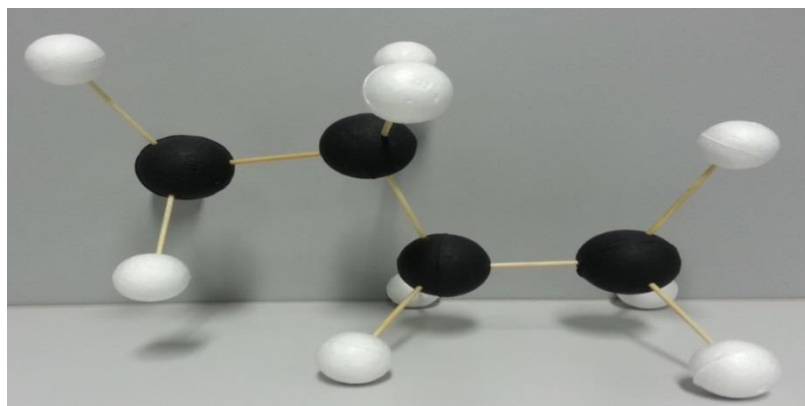
**Figura 14.** Etino



. Fonte: Acervo do autor (2015).

O Butano é um hidrocarboneto saturado. Principal composto do gás de cozinha, a molécula é formada por quatro átomos de carbonos e dez de hidrogênios. Apresenta ligação simples entre os átomos de carbonos. Os carbonos da molécula do butano apresenta a hibridização do tipo  $sp^3$ .

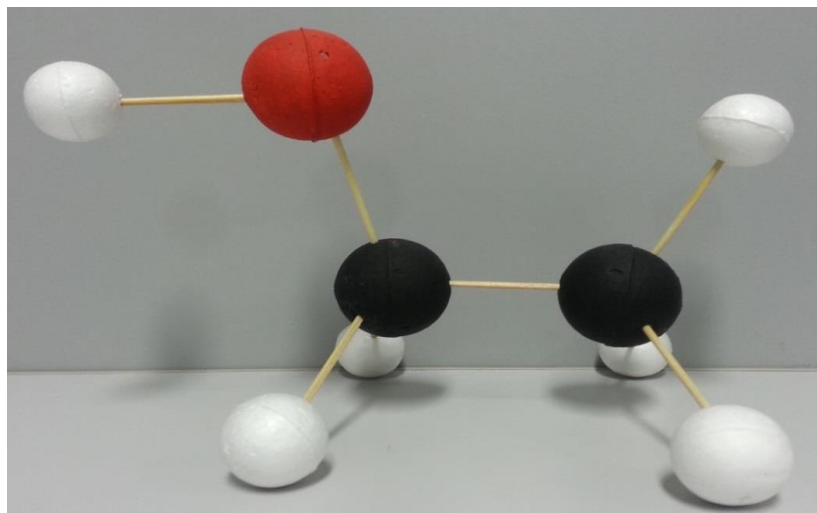
**Figura 15.** Butano.



Fonte: Acervo do autor (2015).

Composto orgânico, também conhecido como álcool etílico ou simplesmente álcool, obtido por fermentação do açúcar ou síntese em laboratório. Este composto atualmente é mais utilizado como combustível. A molécula está composta por dois átomos de carbonos, seis de hidrogênios e um de oxigênios. Apresenta ligação simples entre os átomos de carbonos e oxigênio, a denominação de álcool é devido à presença do grupo hidroxila na molécula.

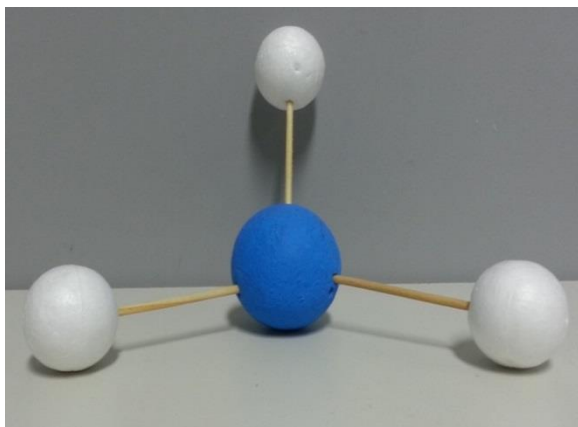
**Figura 16.** Etanol.



Fonte: elaborada pelo autor (2015).

Também chamada de amoníaco, é um composto nitrogenado formado por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio. Segundo Felix e Cardoso (2004), a amônia é um gás incolor a temperatura ambiente, que possui um odor extremamente forte e é consideravelmente mais leve que o ar. A molécula apresenta ligação simples entre os átomos ligantes, a geometria dela é piramidal planar e forma um ângulo de  $107,8^\circ$ .

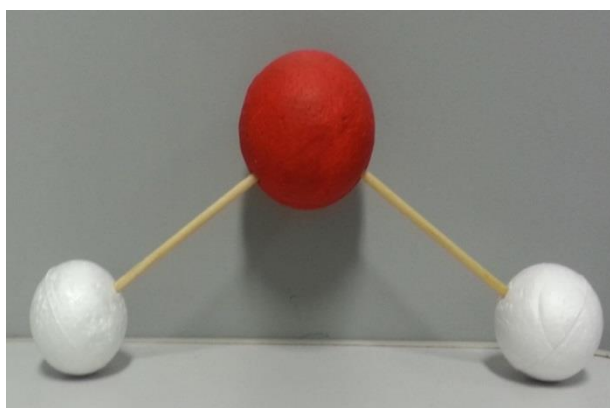
**Figura 17.** Amônia.



Fonte: elaborada pelo autor (2015).

A água é a molécula mais abundante na superfície terrestre. Composto formado por dois átomos de hidrogênios e um oxigênio. As ligações entre os átomos são simples, formando um ângulo de  $104,5^\circ$ , com a geometria denominada angular.

**Figura 17 – Água.**



Fonte: elaborada pelo autor (2015).



## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os materiais utilizados serviram de apoio na elaboração da pesquisa, apresentando resultados dinâmicos, permitindo assim a visualização tridimensional das moléculas, levando em consideração as diversas ligações para a confecção dos modelos físicos. As principais ligações apresentadas são denominadas simples, duplas e triplas.

Foi possível perceber que as turmas investigadas proporcionou uma fundamental experiência no processo de produção do conhecimento químico. Assim, podemos esclarecer que apesar dos alunos apresentarem ligeiras dificuldades para a construção das estruturas, eles mostraram interesse em aprender e se sentiram instigados com este método de ensino e com isso, conseguem relacionar a teoria com a prática, interagindo entre colegas, facilitando a construção dos modelos físicos. A aplicação destes modelos estruturais contribuiu positivamente, abordando os conceitos de Ensino Médio, no que se referem aos hidrocarbonetos, funções orgânicas e nitrogenadas, explicando as moléculas em seu aspecto microscópico, se apresentando como uma boa alternativa para principiar o estudo das cadeias carbônicas. Pois esse estudo facilitou o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Os alunos conseguiram manusear de forma correta os modelos e representar as estruturas de cada molécula proposta, contribuindo para melhor entendimento das moléculas e no aperfeiçoamento nos conteúdos de química.

### **5.1 Análises das respostas dos questionários**

O questionário nº 1 (Apêndice A) foi aplicado às duas professoras antes da confecção dos modelos físicos.

**Tabela 3.** Questões e respostas das professoras dos 3º anos A e C.

<b>Questões, turmas A e C.</b>	<b>Respostas das professoras, turmas A/C</b>
1ª Qual sua maior titulação em química?	Especialização/Licenciatura em Biologia
2ª Há quanto tempo você leciona química?	Mais de 10 anos/ De 6 a 10 anos
3ª Em que segmento do ensino você leciona?	Apenas na rede pública
4ª Em qual(is) nível(eis) você, atualmente ensina?	Apenas em Ensino Médio
5ª Você leva seus alunos ao laboratório de química?	Às vezes/Sim
6ª Você faz uso ou montagem de modelos moleculares em laboratório, para melhorar seu método de ensino e melhor entendimento do aluno nas aulas de química?	Sim
7ª Se sim, Os modelos físicos que o/a professor/a usa são originais (comerciais) ou feitos artesanalmente com materiais de baixo custo?	Feitos artesanalmente/Originais
8ª Em sua opinião, qual tipo de modelo mais favorece o processo de ensino-aprendizagem?	Todos/Físico
9ª A escola oferece condições para que você e seus alunos frequentem ao laboratório de química?	Sim
10ª Qual a sua opinião sobre a construção de modelos moleculares a partir de materiais de baixo custo, com os estudantes em sua aula?	“É importante, uma vez que os laboratórios não dispõem de material suficiente para trabalhar com as turmas.” / “Uma ideia de extrema relevância, pois a partir da construção desses modelos, os estudantes aprendem melhor os conteúdos, sendo mais favorável o aprendizado”.

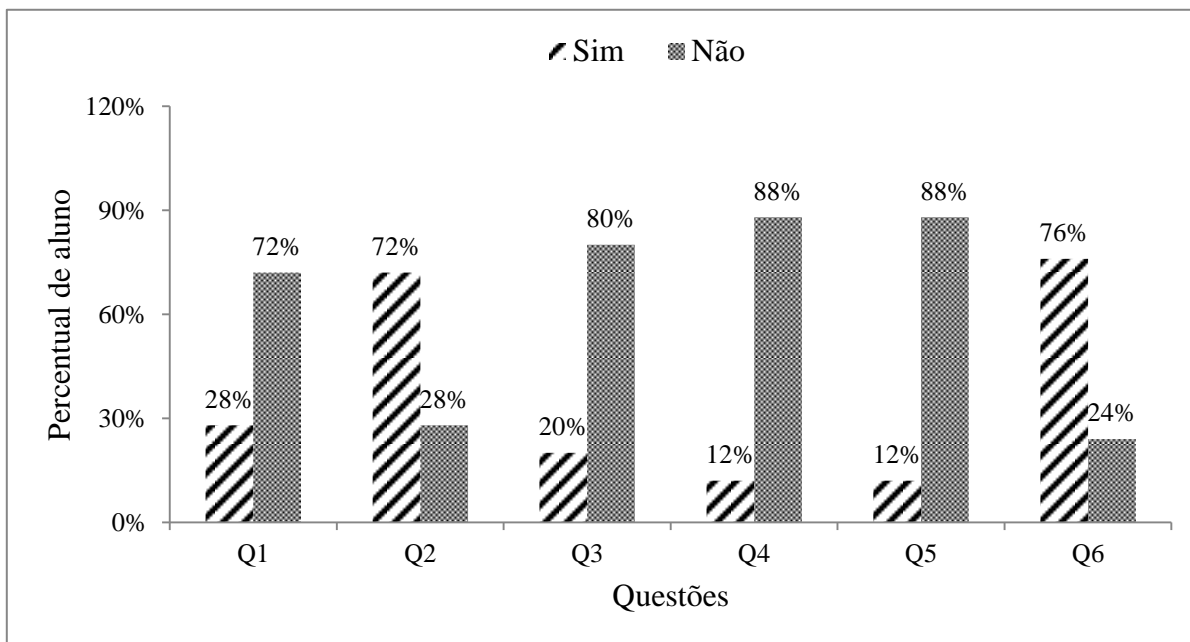
Fonte: Acervo do autor, (2015).

Diante disso pode-se perceber que as professoras ressaltam que os modelos físicos moleculares contribuem muito para melhorar o ensino de química, na visualização das moléculas das mais diversas formas.

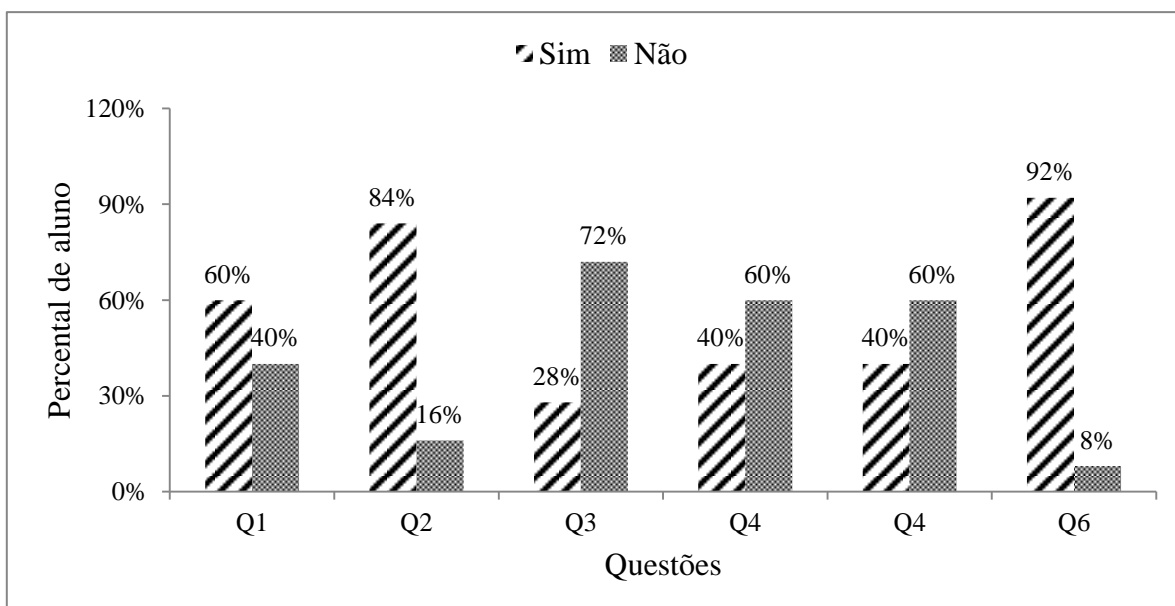
O questionário nº 2 (Apêndice B) foi aplicado nas duas turmas (A e C) antes da construção dos modelos físicos moleculares. O mesmo apresenta sete questões abertas que

serviu como princípio para a elaboração da oficina. As respostas dos questionários estão apresentadas nos Gráficos 1 e 2, seguintes:

**Gráfico 1.** Questionário direcionado ao 3º ano A. Manhã/Antes da confecção dos modelos físicos. Relação entre questões e percentual de alunos.



**Gráfico 2.** Questionário direcionado ao 3º ano C. Tarde/Antes da confecção dos modelos físicos. Relação entre questões e percentual de alunos.



Em relação à questão 1: "Você gosta de estudar química?" observa-se que apenas 25% dos alunos do 3º ano da turma A mostraram que gostam de química e 72%, disseram que não gostam de estudar essa disciplina (Gráfico 1). E os da turma C, apresentaram opiniões totalmente diferentes onde, 60% deles responderam que gostam de estudar química e 40% não, (Gráfico 2).

Quando foi perguntado aos alunos: "Você acha que a química tem um papel importante para o seu cotidiano (Q.2)?" Na turma da manhã 72% responderam que sim e 28% disseram que a química não é importante para seu cotidiano. Na outra turma também se observou o mesmo comportamento, onde 84% dos alunos dizem a química ter um papel importante e 16% alegam que não (Gráfico 2).

Quanto à questão 3: "O/a professor(a) leva você e seus colegas ao laboratório de química?" em ambas as turmas a maioria dos discentes exclamou não ter visitado o laboratório e apenas uma minoria responderam ter visitado.

Na questão 4: "O/a professor/a de química faz uso de modelos moleculares no laboratório, para melhorar o método de percepção de vocês em sala de aula?" 88% dos 25 alunos entrevistados na turma A responderam que a professora não faz o uso de modelos moleculares e apenas 12% responderam que sim (Gráfico 1). Na turma C, 60% dos alunos explicam que a professora não faz o uso de modelos físicos, enquanto que 40% responderam ter usado os modelos, como mostra o Gráfico 2.

A questão 5: "Se sim, os modelos que o/a professor/a usa são originais (comerciais) ou feitos artesanalmente com materiais recicláveis ou de baixo custo?" os alunos da turma A, 12% deles que responderam ter usados modelos físicos, expressam usando apenas modelos comerciais e os outros dizem não ter usado nenhum. O mesmo acontece com a outra turma, 40% dos alunos que responderam ter usados os modelos físicos, afirmam sendo originais e os que responderam não ter usado 60% deles afirmaram não usar nenhum tipo de modelo (Gráficos 1 e 2).

Já para a questão 6: "Você acha que as aulas práticas ou de laboratório são importantes para o processo de ensino aprendizagem?" 76% dos alunos responderam sim, explicando que as aulas de laboratório colaboram muito para o ensino-aprendizagem e 24% acha que as aulas práticas não são importantes, como mostra o Gráfico 1. A justificativa dos que responderam sim, baseia-se mais no fácil entendimento da disciplina e poder observar melhor as moléculas no espaço tridimensional. Na turma C, não foi observado diferenças significativas, nota-se

que o Gráfico 2 mostra a percentagem máxima de 92% dos alunos que responderam sim, as aulas de laboratório sendo importante e apenas outros 8% afirmaram que as aulas práticas não são importantes. Diante disso, a maioria da turma justifica que as aulas práticas são muito importantes porque podem ajudar a entender melhor a química.

A questão 7 foi elaborada para que os estudantes dessem suas opiniões: “Qual a sua opinião sobre a construção desses modelos para melhorar seu aprendizado em sala de aula?”. A questão foi avaliada no geral, em que foram escolhidas algumas frases escritas por eles, separados em duas turmas e muito deles ressaltam que:

“Se nós alunos tivéssemos acesso a esse material talvez nós aprendêssemos mais”.

“Uma boa ideia para exemplificar tudo que é visto na teoria.”

“Se tivéssemos mais acesso a esse material facilitava o aprendizado.”

“Para mim ajuda bastante, pois esclarece as dúvidas e fica uma aula mais interativa.”

“Seria bem melhor se os professores nos ajudassem a construir esses modelos.”

“A construção dos modelos é muito importante.”

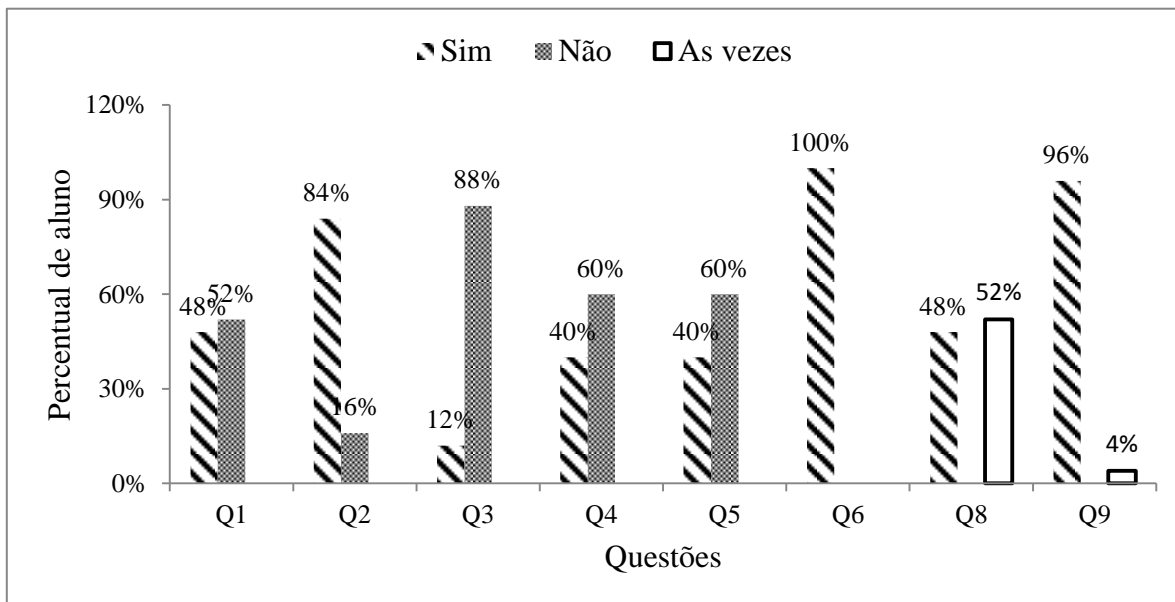
“Não são tão eficientes em minha opinião.”

“Acho importante, pois conseguimos visualizar as moléculas melhor que no papel.”

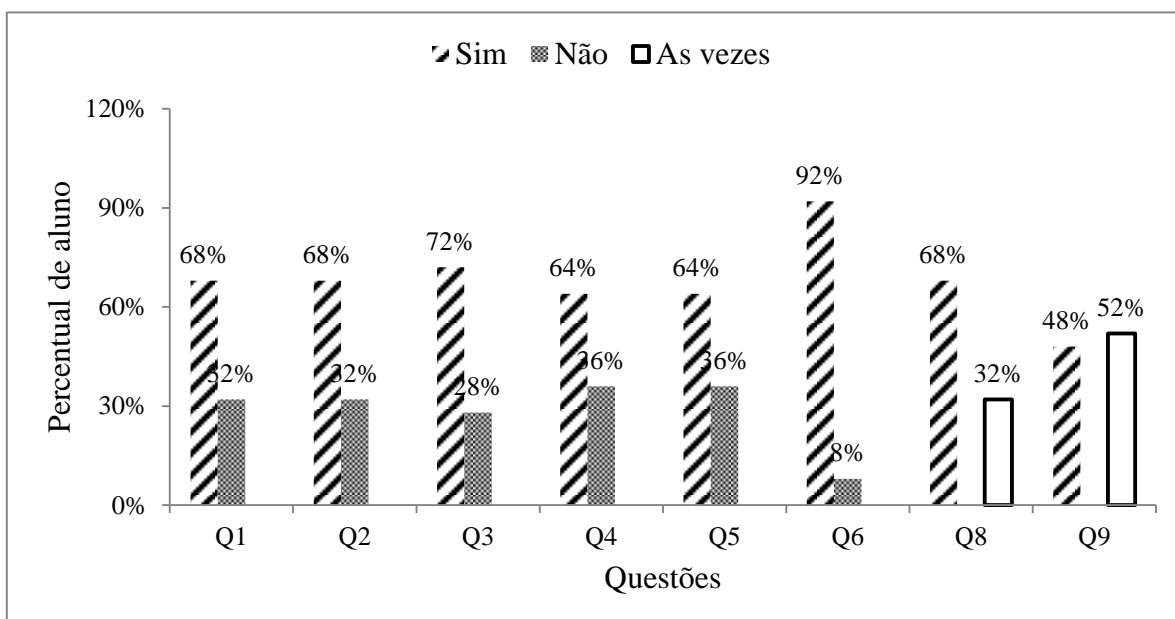
“Deveríamos visitar mais o laboratório para compreendermos mais o conteúdo”. (ALUNOS DA E.E.M.P.S. L 3º ANO, 2015).

O questionário nº 3 (Apêndice C) aplicou-se aos estudantes após a confecção dos modelos físicos. O mesmo contou com onze questões, com algumas do questionário anterior. O objetivo de repetir as questões do questionário antes foi para notarmos se os alunos apresentassem outras opiniões e sugestões sobre os modelos físicos moleculares, após a confecção, e observar se a pesquisa serviu de incentivo para estudantes em gostar de química, visto que eles apresentaram ideias enriquecedoras antes da confecção. As respostas do questionário estão apresentadas nos Gráficos 3 e 4, a seguir:

**Gráfico 3.** Questionário direcionado ao 3º ano A. Manhã/ Após a confecção dos modelos físicos. Relação entre questões e percentual de alunos.



**Gráfico 4.** Questionário direcionado ao 3º ano C. Tarde/ Após a confecção dos modelos físicos. Relação entre questões e percentual de alunos.



Após a aplicação dos modelos físicos moleculares, quanto à questão 1: “Você gosta de estudar química?” na turma A, quase a metade dos alunos responderam que gostam de estudar química (Gráfico 3). Já na outra turma, 68% dos estudantes pronunciaram que gostam de estudar química, enquanto, apenas 32% disseram não gostar (Gráfico 4).

Já na questão 2: “Você acha que a química tem um papel importante para o seu cotidiano?” o Gráfico 3 comprova que 84% responderam sim, alegando que a química é importante para o cotidiano. E somente 16% não concordaram. Observa-se que na turma C poucos deles sabem da importância da química no seu cotidiano, apenas 32% alegaram a não importância da química para a sociedade e 68% responderam sim (Gráfico 4).

Em relação à questão 3: “O/a professor(a) leva você e seus colegas ao laboratório de química?” na turma A, após a confecção dos modelos físicos, maior número de alunos respondeu não, alegando que não visitam o laboratório e apenas 12% dizem que a professora leva-nos ao laboratório (Gráfico 3). Já para a turma C, contradiz, dizendo que a professora leva ao laboratório de química, maior parte da turma respondeu sim e 28% disseram que a professora não leva ao laboratório de química (Gráfico 4).

Em relação à questão 4: “O/a professor/a de química faz uso de modelos moleculares no laboratório ou em sala, para melhorar o método de percepção de vocês sobre a química?” 60% dos alunos da turma da manhã responderam que a professora não faz o uso de modelos físicos (moleculares) nem em sala, nem em laboratório e 40% deles dizem ter visto a professora usar esses modelos, como mostra o Gráfico 3. Na turma da tarde, 64% dos alunos rebateu sim o uso de modelos moleculares pela professora em sala de aula e 36% respondeu que a professora nunca usou esses modelos (Gráfico 4).

Quanto à questão 5: “Se sim, os modelos que o/a professor/a usa são originais (comerciais), feitos artesanalmente com materiais recicláveis ou de baixo custo?” os que responderam sim, 40% explicam que a professora usa os modelos originais e 60% aponta não usar nenhum tipo de modelos (Gráfico 3). Para a outra turma, dos 64% que se pronunciaram o uso desses modelos, exclamam ser originais e o restante dos alunos afirmou que a professora não usa nenhum tipo de modelo (Gráfico 4).

Na questão 6: “Você acha que as aulas práticas ou de laboratório são importantes para o processo de ensino aprendizagem?” todos os estudantes da turma A (100%), concordam que as aulas de laboratório ajudam muito para o processo de ensino-aprendizagem (Gráfico 3).

Observa-se nos comentários de cada estudante, onde alguns deles expressaram de forma livre o que entendem sobre a prática de laboratório.

“As aulas de laboratório são importantes.”

“Pois ficamos mais informados sobre o que iremos ver em sala de aula.”

“Pois tomamos mais conhecimento sobre a química, ao realizar experimentos no laboratório.”

“Porque fica mais fácil de aprender.”

“Com as aulas práticas de laboratório fica mais fácil de aprender.”

“Sim porque podemos montar os modelos e observa-los na forma tridimensional.”

“As aulas de laboratório auxiliam as aulas teóricas de química, para que sejam bem entendidas em um modo geral”. (ALUNOS DA E.E.M.P.S. L 3º ANO, 2015)

Na turma C, 92% entendem importantes as aulas de laboratório, enquanto que 8% apenas afirmam a não importância das aulas de laboratório. (Gráfico 4) Portanto, alguns alunos comentaram em suas próprias palavras sobre a importância das aulas de laboratório, afirmando que:

“Não vejo importância. Porque a professora não nos leva ao laboratório de química, se levasse, talvez entendêssemos melhor a química.”

“Pois com as aulas práticas a gente se aprofunda mais no assunto.”

“Para melhor exemplificar as aulas teóricas.”

“É muito importante, pois ajuda muito na aprendizagem do aluno.”

“Praticando é sempre bom, porque a prática auxilia a teoria, assim vice versa.” (ALUNOS DA E.E.M.P.S. L 3º ANO, 2015).

Na questão 7: “Como você imaginava as moléculas antes da construção e aplicação dos modelos físicos (kits moleculares)?” os estudantes divididos por duas turmas, manifestaram suas opiniões descrevendo que:

“São legais e muito interessantes.”

“Imaginava algo muito mais difícil de produzir ou compreender.”

“Imaginava como uma coisa chata.”

“Eu não imaginava como eram os modelos físicos moleculares.”



“Eu imaginava que eram coisas difíceis de montar e de se aprender, mas percebi que é muito bom.”

“Na verdade não tinha parado para imaginar sobre os modelos físicos moleculares, apenas observava nos livros e não sabia o que realmente se tratava.” (ALUNOS DA E.E.M.P.S. L 3º ANO, 2015).

Na questão 8 quando foi perguntado aos estudantes: “Você acha que a utilização dos modelos físicos (kits moleculares) motiva o interesse pela matéria de química?” 52% deles respondeu as vezes, e 48% respondeu sim. Observa-se que quase a metade da turma A, acha que os modelos físicos lhes ajuda a se interessarem mais em estudar química, (Gráfico 3). Na turma C, 68% dos alunos acha que os modelos físicos trazem motivação para entender melhor a química e 32% ressaltaram que as vezes os modelos físicos motivam o interesse em estudar química, como mostra o Gráfico 4.

Já para a questão 9: “Em sua opinião, os modelos físicos (kits moleculares) devem ser usados nas aulas de química como forma de ajudar no processo de ensino-aprendizagem?” 96% dos alunos declararam que o uso de modelos físicos em sala de aula é bastante útil para o processo de ensino-aprendizagem e apenas 4% responderam as vezes (Gráfico 3). Para os alunos da tarde, mais da metade da turma (52%) acha que os modelos físicos devem ser usados as vezes e 48% tem certeza de que o uso desses modelos devem ser sempre em sala de aula (Gráfico 4).

A questão 10: “Depois de participar da confecção e aplicação dos modelos físicos (kits moleculares) você mudou sua opinião sobre algum aspecto discutido? Comente.” Os estudantes responderam mostrando suas opiniões sobre a questão citada:

“Sim, pois quando eu participei dessas aulas, me identifiquei mais com a matéria.”

“Mudei pouco com isso, mas me fez enxergar com outros olhos.”

“Sim, mudei minha opinião sobre as moléculas.”

“Não, em minha opinião continuou na mesma.”

“Sim, após a confecção pude perceber que esses modelos nos ajudam bastante para entender química.”

“Sim, pois achei legal.”

“Sim, comecei a ver a química com mais clareza.”

“Sim, pois aprendi a gostar mais das aulas de química.”

“Sim, a química em si, não é um conteúdo tão difícil quando se olha de outro ângulo.”

“Sim, é bem melhor estudar com os modelos moleculares.”

“Eu acho que ficou muito melhor, pois agora eu tenho mais interesse em aprender cada vez mais a química.”

“Não consegui ainda compreender.” (ALUNOS DA E.E.M.P.S. L 3º ANO, 2015)

Na questão 11: “Neste espaço você poderá expor suas sugestões, elogios, críticas ou qualquer outra informação que você considere importante” cada estudante teve o direito de expor suas ideias, criticando e apresentar suas opiniões sobre a pesquisa, muitos deles revelaram que:

“Tem que ser feitas aulas desse tipo, são mais interessantes e aumentam a vontade de aprender.”

“Achei muito legal a aplicação dos modelos físicos.”

“Achei interessante, acho que devíamos ir mais ao laboratório.”

“O trabalho é muito bom, pois nos ajuda bastante, não só nas aulas práticas, mas também nas teóricas.”

“Valeu apenas essa aula com esses materiais, gostei muito.”

“Poderia utilizar mais esses modelos em salas de aulas, assim ajudando mais o nosso aprendizado.”

“Gostei bastante das aulas de química com os modelos físicos moleculares.”

. (ALUNOS DA E.E.M.P.S. L 3º ANO, 2015).

Através dos questionários aplicados foi possível observar que a escola pesquisada carece de professor de química, visto que das duas professoras que participaram da pesquisa, apenas uma delas possui formação em química e a outra em biologia, mas leciona química a mais de cinco anos. Esse é um dos motivos principais que faz com que os alunos não sejam motivados a estudar química devido à má formação de profissionais na área de química.

Nos questionários analisados, observa-se que nas duas turmas (A e C), após a confecção dos modelos e aplicação dos questionários, notou-se que nas Q1, Q2 e Q6 a percentagem do termo “sim” aumentou. Com isso, frisa-se que houve motivação por parte dos estudantes em gostar e estudar química, ressaltando que as aulas práticas têm um papel bastante preponderante para entender melhor a química. Estes resultados mostram que as aulas práticas podem contribuir para a motivação no ensino-aprendizagem de química. Nas

escolas públicas, os alunos têm poucas, ou nenhuma aula prática. Sendo que, a maioria dos alunos concorda que, se as tivessem, compreenderiam melhor a matéria, como pode ser observado nas falas dos mesmos, descritas anteriormente e fundamentadas em diversas referências (SILVA, 2014; LIMA, 2012; FARIAS; BASAGLIA; ZIMMERMANN, 2009). É sabido que a aula prática pode desempenhar um papel motivador para aprender química, porém, o professor deve ter formação adequada para ministrar uma aula prática. (RIBEIRO; FONSCA; SILVA, 2003). Com isso, afirma-se que a pesquisa realizada na escola foi benéfica no que se referem os conteúdos relacionados à química.

Com as atividades realizadas e os resultados analisados sugere-se que a utilização dos modelos físicos propicia a visualização tridimensional das moléculas, e acredita-se que proporcionam uma contribuição da representação das moléculas, assim, os estudantes do Ensino Médio conseguem representar as moléculas nos diferentes planos que a compõem. Neste caso, pode-se dizer que o uso destes modelos adaptados com materiais de baixo custo terá uma maior contribuição no desenvolvimento da noção da tridimensionalidade. Por outro lado, estes materiais não podem ser utilizados pelo professor durante muito tempo, por não serem tão eficazes e apresentarem pouca durabilidade. Por outro ponto de vista, isto pode ser uma vantagem, pois exigirá a participação dos discentes, os quais poderão desenvolver habilidades para o desenvolvimento e criação dos mesmos.

Com isso, os modelos físicos podem auxiliar na aprendizagem, desde que os alunos possuam conhecimentos prévios necessários para a representação estrutural das moléculas e, que esses materiais sejam utilizados durante todo o processo de ensino-aprendizagem de um determinado conteúdo para que possa contribuir na construção deste conhecimento. Esta avaliação vista pelo seu caráter de aproveitar recursos alternativos vem propor uma alternativa de acabar com a deficiência de recursos financeiros que tanto limita as escolas públicas e para que professores desenvolvam seus trabalhos.

É notório que as bolas de isopor com palitos de dentes apresentam suas vantagens e desvantagens na construção dos modelos físicos. Uma das maiores vantagens é a substituição dos modelos comerciais que possuem custos elevados.

## 6. CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos, foi possível observar que o ensino de química vem enfrentar grandes dificuldades; tanto para aprender quanto para ensinar nas escolas públicas. A falta de profissionais da área do ensino se torna pobre causando problemas aos estudantes. Em síntese, nota-se que o processo de ensino-aprendizagem em química, desenvolvido nesta escola pública estaduais do município de Redenção, encontra-se amenizado. Os resultados aqui expostos durante a pesquisa, de forma abreviada, mostraram que o ensino de química ainda não consegue articular teoria e prática, conteúdo escolar e cotidiano dos alunos.

Observou-se também a importância dos modelos físicos, como materiais didáticos que precisam ser inseridos na prática de ensino, pois facilitam e motivam a compreensão dos conteúdos de química. A construção destes modelos pelos alunos exigiu conhecimento sobre os conteúdos abordado na disciplina e houve principalmente a interação entre eles durante a confecção.

O processo de contribuição dos modelos físicos moleculares feitos artesanalmente garante oportunidade de aprendizagem aos estudantes que demonstram deficiência em visualizar as moléculas em três dimensões, podendo assim contribuir para melhor entendimento dos conteúdos químicos. A falta de contato dos alunos com materiais didáticos diferenciados em sala de aula, muitos deles, nos questionários aplicados declararam que não conheciam um modelo físico nem sabiam pra que ele era usado. Apontam que nas aulas de química são acostumados apenas com utilização do livro didático fornecido pela escola.

Os materiais didáticos que foram utilizados na escola são muito importantes no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Os modelos físicos são de fácil elaboração, podendo ser produzido pelo próprio professor a partir de suas próprias experiências e conhecimento químico utilizando materiais de baixo custo e fáceis de ser encontrado. Estes podem auxiliá-lo no desenvolvimento de suas aulas e contribuir para uma aprendizagem significativa.

Finalmente foi possível perceber o quão necessário é a utilização destes modelos para o ensino da química nas escolas do Ensino Médio. Uma vez que a utilização dos mesmos ajuda na compreensão e motivação dos conteúdos abordados, o que foi constatado pelas respostas dos discentes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ana Cláudia B.; SILVA, Nayana C. da; CARVALHO, Welkison C. *Utilização de modelos moleculares versáteis de baixo custo na representação tridimensional das cadeias carbônicas*. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, 2010.

ANTUNES, Murilo Tissoni. *Química Ensino Médio*. 2ª ed. São Paulo, 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. Art. 205 da Constituição Federal de 1988. Disponível em: <<http://www.soleis.com.br/ebooks/Constituicoes5-89.htm>>. Acesso em: 20 de abr de 2015.

BROUWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Jr. Bruce E. *Química, a ciência central*. 9ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BUENO, Lígia; et al. *O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas*. Disponível em: <<[file:///C:/Users/J%C3%BAlio%20C/Downloads/T4%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/J%C3%BAlio%20C/Downloads/T4%20(1).pdf)>>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

DUARTE, Hélio A. *Ligações químicas: Ligação Iônica, Covalente e metálica*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, 2001.

FARIAS, Cristiane Sampaio; BASAGLIA, Andréia Montani ; ZIMMERMANN, Alberto. *A importância das atividades experimentais no Ensino de Química*. 1º CPEQUI - 1º Congresso Paranaense de Educação Em Química. UEL – PR, 2009.

FELIX, Erika Pereira; CARDOSO, Arnaldo Alves. *Amônia (NH<sub>3</sub>) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise*. UEP. Química Nova, 2004.

FILHO, José Roberto Migliato. *Utilização de modelos moleculares no ensino de estequiometria para alunos do Ensino Médio*. São Carlos: UFSCar, 2005.

FRANCHI, Silmar José Spinardi. *A Contextualização do Ensino de Química por meio de Crônicas*. UNICAMP. Campinas, 2009.

GOUVEIA-MATOS, João Augusto de M.; DEL-VECCHIO, Renata R.; CALDAS, Fernanda R. R. *Química orgânica no Ensino Médio: Construção de um modelo molecular como atividade multi/interdisciplinar*. 29<sup>a</sup> Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia – SP, 2006.

GONÇALVES, Carolina Lambrecht; et al. *Construção de modelos moleculares versáteis para o ensino de química utilizando material alternativo e de baixo custo*. XVI Congresso de Iniciação Científica, UFPel, 2007.

LEE, J.D. *Química Inorgânica não tão concisa*. 5<sup>a</sup> ed. Editora Blucher, São Paulo, 2011.

LIMA, Joselia; CARNEIRO, Fernando. *Construção de Modelos Moleculares para o ensino de química utilizando a fibra de Buriti*. Disponível em:  
<<<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/413/264>>>.  
Acesso em: 17 de abr. de 2015.

LIMA, Leiliane Lopes. *O ensino de química: a relação teoria-prática como estratégia pedagógica de uma aprendizagem significativa*. UFC. Fortaleza, 2012.

LIMA, M. B.; NETO, P. De. *Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química*. UFC. Química Nova, 1999.

LOYDE, Paula; et al. *O ensino de geometria e a geometria molecular*. 1º Congresso Paranaense de educação em química, UEL, 2009.

NETO, João Ribeiro Franco. *Tecnologias no ensino de geometria molecular*. UFU, 2007.

NETO, João Ribeiro Franco; SILVA, Rejane Maria Ghisolfi. *Tecnologias no Ensino de geometria molecular*. UFU, 2008.

NUNES, Amisson dos Santos; ADORNI, Dulcinéia da Silva. *O ensino de química nas escolas da rede pública de Ensino Fundamental e Médio do município de Itapetinga-Ba: o olhar dos alunos*. Disponível em: UESB. Itapetinga, [Sd].

OLIVEIRA, M.H. *Construção de modelos tridimensionais de estruturas moleculares como um auxiliar para a compreensão da disposição espacial das moléculas*. 8º Simpósio Brasileiro de Educação Química, Natal/RN, 2010.

QUADROS, Ana Luiza; et al. *Ensinar e aprender química: a percepção dos professores do Ensino Médio*. Disponível em:

<<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602011000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602011000200011)>>

Acesso em 23 de abr de 2015.

RIBEIRO, Roberto Ananias; FONSECA, Francine Souza Alves; SILVA, Patrícia Nery. *Aula Prática como Motivação para Estudar Química e o Perfil de Estudantes do 3º Ano do Ensino Médio em Escolas Públicas e Particulares de Montes Claros/MG*. UNIMONTES CIENTÍFICA, 2003.

RIOS, Antônio Carlos Cabral. *Utilização de modelos moleculares no ensino da química orgânica*. UFMG, Belo Horizonte – MG, 2012.

ROQUE, Nídia Franca; SILVA, José Luís P. B. *A linguagem química e o ensino da química orgânica*. Química nova, Vol. 31, UFBA, Salvador – BA, 2008.

SANTOS, Wilson Luís Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em química: compromisso com a cidadania* - 4. ed: Ed. Unijuí, 2010.

SCALCO, Karina Caixeta; et al. *O Modelo Molecular Adaptado e o desenvolvimento da noção da Tridimensionalidade*. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador - BA, 2012.

SHRIVER, Duward; ATKINS, Peter. *Química inorgânica*. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SILVA, A.M: PEREIRA, C.B. *Contextualização do ensino de química através de aulas práticas*. 8º Simpósio Brasileiro de Educação Química, Natal/RN, 2010.

SILVA, Edileuza Vicente. *Construção de modelos moleculares para ensinar isomeria óptica no Ensino Médio/Técnico*, UTFP, Medianeira - PR 2014.

SOLOMONS, Graham T.W.; FRYHLE, Craig B. *Química orgânica*. Vol. I, 10ª ed. Rio de Janeiro 2013.

SOUSA, Wlisses Guimarães. *Uso e aplicações de materiais poliméricos recicláveis na construção de um modelo molecular*. UFA, Maceió-AL, 2012.


STANGE, Simone morais; FOGGIATTO, Rosemari, M. Castilho; STIIRMER, Júlio César. *A química no enfoque do cotidiano: perspectiva na formação do cidadão*. 3º Congresso Internacional de Educação, 2011.

VALENTE, Mário; MOREIRA, Helena. *Estrutura de Lewis e Geometria Molecular*. Química e Ensino, 2006.



## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Questionário para professores da E.E.M.P.S.L.

	<p><b>UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA – UNILAB. PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO. INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA (ICEN). CURSO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA</b></p>
---	--

#### 10. Qual sua maior titulação em química?

Magistério ( )      Licenciatura ( )      Bacharelado ( )      Mestrado ( )

#### 11. Há quanto tempo você leciona química?

Há menos de 1 ano ( )                      De 1 a 5 anos ( )                      De 6 a 10 anos ( )  
Há mais de 10 ( ) anos

#### 12. Em que segmento do ensino você leciona?

Apenas na rede pública ( )              Apenas na rede privada ( )  
Em ambas redes de ensino ( )

#### 13. Em qual(is) nível(eis) você, atualmente ensina?

Apenas no Ensino Fundamental ( )      Apenas no Ensino Médio ( )  
No Ensino Fundamental e Médio ( )

#### 14. Você leva seus alunos ao laboratório de química?

Sim ( )              Não ( )              As vezes ( )

**15. Você faz uso ou montagem de modelos moleculares em laboratório, para melhorar seu método de ensino e melhor entendimento do aluno nas aulas de química?**

Sim ( )                      Não ( )

**16. Se sim, Os modelos físicos que o/a professor/a usa são originais (comerciais) ou feitos artesanalmente com materiais de baixo custo?**

Originais ( )                      Feitos artesanalmente ( )

**17. Em sua opinião, qual tipo de modelo mais favorece o processo de ensino-aprendizagem?**

Físico ( )                      Virtual ( )                      Todos ( )

**18. A escola oferece condições para que você e seus alunos frequentem ao laboratório de química?**

Sim ( )                      Não ( )

**19. Qual a sua opinião sobre a construção de modelos moleculares a partir de materiais de baixo custo, com os estudantes em sua aula?**

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Justifica sua resposta:

---

---

---

---

---


**7. Qual a sua opinião sobre a construção desses modelos para melhorar seu aprendizado em sala de aula?**

R: \_\_\_\_\_

---

---

**APÊNDICE C** - Questionário aplicado aos alunos da E.E.M.P.S.L. após a confecção dos modelos físicos.

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA – UNILAB. PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO. INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA (ICEN). CURSO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA</b></p>
---	--

Ano: 3º

**1. Você gosta de estudar química?**

Sim ( )

Não ( )

**2. Você acha que a química tem um papel importante para o seu cotidiano?**

Sim ( )

Não ( )

**3. O/a professor(a) leva você e seus colegas ao laboratório de química?**

Sim ( )

Não ( )

**4. O/a professor/a de química faz uso de modelos moleculares no laboratório ou em sala, para melhorar o método de percepção de vocês sobre a química?**

Sim ( )

Não ( )

**5. Se sim, os modelos que o/a professor/a usa são originais (comerciais), feitos artesanalmente com materiais recicláveis ou de baixo custo?**

Originais ( )

Feitos artesanalmente ( )

**6. Você acha que as aulas práticas ou de laboratório são importantes para o processo de ensino aprendizagem?**

Sim ( )

Não ( )

**Justifica sua resposta:**

---

---

**7. Como você imaginava as moléculas antes da construção e aplicação dos modelos físicos (kits moleculares)?**

R: \_\_\_\_\_

---

**8. Você acha que a utilização dos modelos físicos (kits moleculares) motiva o interesse pela matéria de química?**

Sim ( )

Não ( )

As vezes ( )

**9. Em sua opinião, os modelos físicos (kits moleculares) devem ser usados nas aulas de química como forma de ajudar no processo de ensino-aprendizagem?**

Sim ( )

Não ( )

Às vezes ( )

**10. Depois de participar da confecção e aplicação dos modelos físicos (kits moleculares) você mudou sua opinião sobre algum aspecto discutido? Comente.**

R: \_\_\_\_\_

---

---

**11. Neste espaço você poderá expor suas sugestões, elogios, críticas ou qualquer outra informação que você considere importante.**

---

---

---

---