



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
ESTADO DO CEARÁ – IFCE**

MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E MATEMÁTICA
– PGECM**

MALENA GOMES MARTINS

**AVALIAÇÃO DIDÁTICA DOS MATERIAIS ALTERNATIVOS NO CONTEÚDO DE
GEOMETRIA MOLECULAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

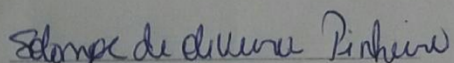
FORTALEZA

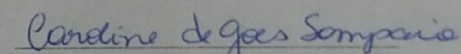
2017

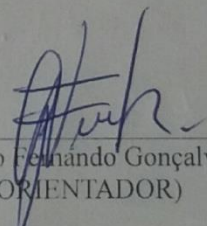
**AVALIAÇÃO DIDÁTICA DOS MATERIAIS ALTERNATIVOS NO CONTEÚDO DE
GEOMETRIA MOLECULAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

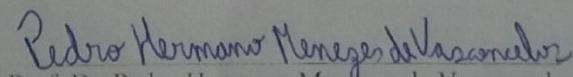
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Ensino de Ciência e Matemática do Instituto Federal
do Ceará como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

APROVADA 23 / 06 / 2017


Prof. Dr. Solange Oliveira Pinheiro


Prof. Dr. Caroline de Goes Sampaio


Prof. Dr. Geraldo Fernando Gonçalves de Freitas
(ORIENTADOR)


Prof. Dr. Pedro Hermano Meneses de Vasconcelos
(CO-ORIENTADOR)

FORTALEZA
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M379a Martins, Malena.
 AVALIAÇÃO DIDÁTICA DOS MATERIAIS ALTERNATIVOS NO CONTEÚDO DE GEOMETRIA
 MOLECULAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA / Malena Martins. - 2017.
 73 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática,
 Campus Fortaleza, 2017.
 Orientação: Prof. Dr. Geraldo Fernando Gonçalves de Freitas.
 Coorientação: Prof. Dr. Pedro Hermano Menezes de Vasconcelos.
1. Materiais alternativos. 2. Ensino de Química. 3. Geometria molecular. I. Título.
- CDD 510.07
-

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Vânia Gomes e José Martins por me incentivarem e me apoiarem em toda minha vida acadêmica acreditando sempre no meu potencial, ao meu namorado Diogo Barros por todo seu esforço em me ajudar a alcançar meus sonhos e por todas as vezes em que me fez sorrir quando cheguei a chorar acreditando que não conseguiria, aos meus irmãos Isac, André, Ely e Kaynan por me lembrarem o quanto a inocência da infância faz falta na vida adulta. Dedico também aos meus colegas Anderson, Débora e Jonathan do Colégio Nossa Senhora do Rosário de Quixeramobim-Ce por tornarem os intervalos das aulas mais divertidos, fazendo-me esquecer da tensão que era trabalhar e cursar um Mestrado acadêmico ao mesmo tempo. Aos meus amigos obrigada por compreenderem minha ausência constante nesses últimos dois anos e pelas palavras de carinho e incentivo sempre que nos falamos. Aos meus familiares (tios e primos) por me acolherem tão bem e me fazerem sentir como se eu estivesse em casa, amenizando a saudade de meu amado Quixeramobim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sabedoria que me foi dada e por permitir que eu tenha alcançado mais este objetivo em minha vida. Aos meus familiares e amigos por me apoiarem e acreditarem em minha capacidade mesmo quando cheguei a duvidar. Agradeço também ao meu orientador e co-orientador por todos os ensinamentos que com certeza levarei por toda a vida, aos meus professores por todo conhecimento repassado nesses dois anos e aos colegas que trilharam essa jornada junto a mim e também a FUNCAP pela bolsa concedida.

Deus deu a Salomão sabedoria, discernimento extraordinário e
uma abrangência de conhecimento tão imensurável quanto a areia do
mar.

1 Reis 4:29

LISTA DE SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AS	Aprendizagem significativa
CDs	<i>Compact discs</i>
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IFCE	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará
LASERS	<i>Light Amplification by Simulation Emission of Radiation</i>
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TRPECV	Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação Ciência e Cultura
3D	Três dimensões
2D	Duas dimensões

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
01: Representação das Estruturas de Lewis.....	29
02: Diagrama de Linus Pauling.....	30
03: Representação de Ângulos na Matemática.....	34
04: Geometria Molecular em Forma de Gangorra.....	44
05: Gangorra de Parques Infantis.....	44
06: Caráter Cíclico da Pesquisa Ação.....	47
07: Molécula Trigonal Plana Construída com Material Alternativo.....	51
08: Alunos Respondendo o Questionário na Primeira Aula.....	67
09: Alunos aprendendo a Construir o Modelo Molecular.....	67
10: Aluna com Geometria Construída com o Modelo Molecular.....	68
11: Alunos Respondendo o Questionário na Segunda Aula.....	69
12: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de BF_3 na primeira aula	70
13: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de CF_4 na primeira aula	71
14: Transcrição de um estudante correta de algumas moléculas na segunda aula	72
15: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de SO_2 na primeira aula	72

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
01: Tipos de Geometria Molecular.....	31
02: Ângulos na Geometria Molecular.....	35
03: Quantidade de acertos da atividade proposta.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
01: Resposta dos alunos quanto ao nível de dificuldade em relação ao Conteúdo de Geometria Molecular.....	52
02: Resposta dos alunos quanto à maior dificuldade no conteúdo de Geometria Molecular.....	54
03: Resposta dos alunos quanto à metodologia que gostariam que o professor utilizasse em aula.....	55
04: Resposta dos alunos quanto à importância do preço dos materiais utilizados na construção dos modelos moleculares.....	57
05: Resposta dos alunos quanto ao preço que estaria disposto a pagar em um modelo molecular.....	59
06: Resposta dos alunos quanto o modelo pedagógico ajudou na compreensão do conteúdo de Geometria Molecular.....	60
07: Resposta dos alunos se o modelo molecular facilitou a visualização de moléculas 3D.....	61
08: Resposta dos alunos se o modelo molecular influenciou em sua aprendizagem.....	63
09: Resposta dos alunos se a construção do modelo molecular auxiliou na aprendizagem.....	64
10: Resposta dos alunos em relação ao custo- benefícios dos modelos moleculares.....	65

RESUMO

É comum ouvirmos dos alunos as dificuldades em relação a disciplina de Química, e essa dificuldade é ainda maior no conteúdo de Geometria Molecular, pois o aluno precisa dispor de uma visualização de moléculas em três dimensões, da qual eles não estão acostumados. Diante disso a utilização de modelos moleculares se faz importante para facilitar a aprendizagem do aluno. Porém comercialmente modelos moleculares são caros e de difícil acesso. Há ainda opções de se trabalhar com visualização de moléculas em três dimensões em *softwares* computacionais, mas algumas escolas, principalmente públicas, não possuem internet de qualidade e nem computadores acessíveis a todos. Por isso neste trabalho optou-se por utilizar materiais alternativos onde os alunos pudessem aprender a construir seus próprios modelos moleculares com objetivo de analisar a utilização e o desdobramento para a aprendizagem significativa no conteúdo de Geometria Molecular, permitindo uma visualização facilitada das estruturas em 3D. Foram ministradas duas aulas, uma aula tradicional sem a utilização dos modelos moleculares construídos com materiais alternativos e uma segunda aula onde os alunos aprenderam a construir seus próprios modelos pedagógicos utilizando bolinhas de isopor, palitos de dente, balões de borracha e alfinetes. Ao fim de cada aula foi aplicado um questionário para avaliar a aprendizagem e as dificuldades sentidas pelos alunos. Também foi aplicado uma atividade onde na primeira aula os alunos resolveram apenas com os conhecimentos obtidos durante a aula expositiva e na segunda aula os alunos puderam resolver utilizando os modelos moleculares que aprenderam a construir. Com os resultados obtidos nos dois questionários e nas atividades propostas, observou-se que aprender a construir seu próprio modelo molecular auxilia na aprendizagem significativa do aluno, por ser confeccionado com materiais de fácil aquisição, por possuírem um baixo custo e por permitirem a visualização das geometrias moleculares em três dimensões no espaço.

Palavras Chave: Materiais alternativos, Ensino de Química, Geometria molecular.

ABSTRACT

It is common to hear from students about the difficulties in Chemistry, and this difficulty is even greater in the content of Molecular Geometry, since the student needs to have a visualization of molecules in three dimensions, of which they are not accustomed. Therefore, the use of molecular models is important to facilitate student learning. However commercially molecular models are expensive and difficult to access. There are also options for working with visualization of molecules in three dimensions in computer software, but some schools, mainly public, do not have quality internet or computers accessible to all. Therefore, in this work we chose to use alternative materials where students could learn to construct their own molecular models with the purpose of analyzing the use and unfolding for the significant learning in the content of Molecular Geometry, allowing an easy visualization of 3D structures. Two classes were taught, a traditional class without the use of molecular models constructed with alternative materials and a second class where students learned to construct their own pedagogical models using polystyrene balls, toothpicks, rubber balloons and pins. At the end of each class, a questionnaire was applied to assess the learning and difficulties experienced by the students. It was also applied an activity where in the first class the students solved only with the knowledge obtained during the lecture and in the second class the students were able to solve using the molecular models they learned to construct. With the results obtained in the two questionnaires and in the proposed activities, it was observed that learning to construct their own molecular model assists in the student's meaningful learning, since it is made with easily acquired materials, because they have a low cost and allow the visualization of the Molecular geometries in space.

Keywords: Alternative materials, Teaching chemistry, Molecular geometry.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. JUSTIFICATIVA.....	17
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 GERAIS.....	19
3.2 ESPECÍFICOS.....	19
4. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	20
4.1 DIFICULDADE DOS ALUNOS EM COMPREENDER A DISCIPLINA DE QUÍMICA	21
4.2 DIFICULDADE DOS ALUNOS NA VISUALIZAÇÃO DE MOLÉCULAS EM TRÊS DIMENSÕES (3D).....	25
4.3 GEOMETRIA MOLECULAR.....	28
4.4 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MOLÉCULAS 3D PARA GEOMETRIA MOLECULAR.....	36
4.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E A RELAÇÃO COM OS MATERIAIS ALTERNATIVOS NA DISCIPLINA DE GEOMETRIA MOLECULAR.....	39
4.6 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	45
5. METODOLOGIA.....	49
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
6.1 RESULTADOS OBTIDOS COM A PRIMEIRA AULA.....	52
6.2 RESULTADOS OBTIDOS COM A SEGUNDA AULA.....	60
7. CONCLUSÕES.....	74
8. REFERÊNCIAS.....	76
9. APÊNDICE.....	82
9.1 PLANO DE AULA 01.....	82
9.2 PLANO DE AULA 02.....	83
9.3 QUESTIONÁRIO 01.....	84
9.4 QUESTIONÁRIO 02.....	86

9.5 ATIVIDADE PROPOSTA.....	88
-----------------------------	----

É comum ouvir dos alunos que Química é uma disciplina difícil, com muitas fórmulas, moléculas e átomos que dificultam a compreensão do que é ministrado pelo professor.

O Ensino de Química tem sido uma das grandes preocupações para pesquisadores em educação nas últimas décadas, pois para muitos alunos a Química é uma ciência hermética, por conseguinte, sendo muito complicado para professores tornarem-na mais atraente e menos difícil a sua compreensão (FILHO *et. al.* 2011).

Este trabalho baseia-se na construção de modelos pedagógicos para o ensino de Química a partir de materiais alternativos.

O conteúdo de Química que será abordado será Geometria molecular, que envolve a disposição dos átomos e suas ligações no espaço tridimensional formando figuras geométricas e ângulos específicos para cada ligação. Foi escolhido com base nas observações em sala de aula da dificuldade sentida pelos alunos em conseguir visualizar as moléculas e suas ligações no espaço.

Objetiva-se que os alunos aprendam a elaborar seus próprios modelos com os materiais alternativos, com esse método os alunos visualizam em três dimensões (3D) os modelos que representam as moléculas as quais são ilustradas nos livros apenas em duas dimensões, buscando assim facilitar a compreensão do conteúdo estudado.

Os modelos moleculares são confeccionados a partir de material alternativo que facilita a aquisição e com preço acessível comparado aos modelos comercializados no mercado, além de possibilitar que o aluno construa seu próprio conhecimento através da representação real das moléculas apresentadas durante as aulas.

Por vezes é necessário que o aluno desenvolva um nível de abstração para compreender o arranjo de átomos e moléculas nos espaços, bem como para entender como seus elétrons livres e suas ligações podem interferir nesse arranjo dos átomos no espaço tridimensional (MELO; NETO, 2012).

Tal fato nem sempre acontece, já que os alunos não estão acostumados a imaginar moléculas em 3D, já que estas estão representadas apenas por desenhos em livros (SEBATTI, 2006).

Um dos grandes problemas para o aprendizado de Química consiste na dificuldade, por parte dos estudantes, em compreender os níveis de representação, que podem ser concreto,

verbal, simbólico, visual e gestual os quais na Química, os modos concretos, visuais e verbais são os mais utilizados durante as aulas (FARIAS *et. al.* 2014).

Essa dificuldade, em visualizar modelos geométricos em três dimensões, pode aparecer ainda no ensino fundamental no estudo de Geometria Espacial na disciplina de Matemática. Logo que o aluno chega ao ensino médio e se depara com a Geometria Molecular, ele logo pode associar sua dificuldade em Matemática para com a Química, já que o aluno precisará de algumas habilidades como: conhecer a geometria espacial e plana, noções de profundidade e espaço e capacidade de desenhar figuras tridimensionais (SEBATA, 2006).

Outra dificuldade encontrada são os modelos concretos utilizados para exemplificar o ensino das moléculas, sejam elas na Geometria molecular ou na disciplina de Química Orgânica. Tais modelos ou kits moleculares são equipamentos caros, de difícil acesso tanto para o professor quanto para o aluno, algumas vezes são disponíveis apenas em outros países, nesse caso, a compra só pode ser realizada por meio da *internet*.

Outro método comum de se demonstrar o arranjo das moléculas no espaço é o uso de software educativo, no qual o aluno pode construir seus modelos por meio do computador e observar como fica a molécula em 3D (RAUPP *et. al.* 2010). Mas ainda há nas escolas públicas a dificuldade de se ter laboratórios de informática equipados e com computadores disponíveis para todos os alunos. Há ainda a questão da disponibilidade da internet, já que alguns softwares funcionam apenas na presença da mesma, e nas escolas públicas, principalmente nos interiores, o acesso à internet é escasso, dificultando assim a realização desse tipo de atividade por parte do professor.

Estes empecilhos acarretam em um desestímulo por parte do docente, que por não possuir nenhum desses métodos, prefere continuar usando em suas aulas, apenas o pincel e o quadro para representar suas moléculas.

Diante desta situação, a estrutura e o comportamento de átomos e moléculas em compostos químicos, tem sido palco de inúmeras pesquisas (MELO; NETO, 2002). Como por exemplo, pesquisas de dispositivos especiais para excitação elétrica em cristais ou gases que leva à produção da luz laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*) ou seja, amplificação de luz por emissão estimulada de radiação. Uma tecnologia que até pouco tempo atrás era limitada para universidades e para centros de pesquisa. Hoje já é comum, usado em aparelhos de *compact discs* (CDs), informática, medicina, indústria etc. como sistema de 'leitura' de dados (TOLENTINO, 2006).

Outras pesquisas são feitas na área da Química dos Materiais nas quais o uso de raios X levou à construção das micros ondas eletrônicas, que consiste na emissão de raios X típicos (frequência específica) por átomos de materiais. A análise dessas frequências emitidas permite identificar os elementos existentes no material. Na pesquisa científica, os radioisótopos são usados em fisiologia animal e vegetal, para indicar o caminho seguido e as regiões de acumulação de nutrientes, o volume de sangue de um animal etc. Na chamada medicina nuclear, as radiações gama de alta energia (do cobalto 60 e do cézio 127) têm sido usadas em radioterapia para o tratamento de tumores cancerígenos. (TOLENTINO, 2006).

Mesmo com tantas pesquisas e com uma ampla utilização no cotidiano do aluno, ainda é observada grande dificuldade no entendimento de tais conteúdos. Portanto, devido a essa dificuldade constatada na literatura que essa pesquisa resume-se em auxiliar na compreensão e na visualização da geometria molecular a partir da construção modelos moleculares pelos alunos com materiais de baixo custo, para que haja uma aprendizagem significativa do conteúdo.

2. JUSTIFICATIVA

É fundamental que os alunos possam produzir seu próprio material pedagógico para otimizar a visualização das moléculas em três dimensões, para reduzir o nível de abstração que muitos possuem na disciplina de Química, principalmente no conteúdo de Geometria Molecular.

O custo-benefício desse trabalho é uma ótima opção também para as escolas que não possuem recurso financeiro para a compra de modelos pedagógicos, já que todos os materiais utilizados serão recicláveis e de fácil aquisição, além de bastante acessível a todos, comparando-se com modelos moleculares disponível no mercado (FARIAS *et. al.* 2014).

Por exemplo, em sites de busca e venda o “kit molecular” com 77 (setenta e sete) peças disponíveis têm como preço R\$390,00 (trezentos e noventa reais) com frete não incluso – dados do site de compras 3B *Scientific* – já o modelo molecular proposto neste trabalho apresenta 60 (sessenta) peças pelo custo de R\$12,00. Pesquisa realizada em 12 de Maio de 2016.

Diversas escolas não possuem Laboratório de Ciências nem de Informática, o que pode ser um empecilho, já outras até possuem laboratórios, mas estes não são equipados como deveriam, há falta de reagentes/vidrarias adequadas, no caso do Laboratório de Ciências. No Laboratório de Informática faltam computadores para todos os alunos (ALMEIDA; LOPES, 2013).

A falta de *internet* de qualidade em algumas cidades do interior, visto que muitos *softwares* necessitam de internet para funcionarem (ALMEIDA; LOPES, 2013). Além de alguns *softwares* precisarem de licença para funcionar e o preço dessa licença pode não ser acessível aos alunos. Assim, a utilização dos modelos obtidos através de materiais de baixo custo ganha ainda mais importância.

Vale ressaltar que os modelos criados neste trabalho não ficam restritos apenas ao uso nas aulas de Geometria molecular, os alunos podem fazê-lo em casa, já que todos os materiais são de fácil acesso, podendo também serem aplicados em conteúdos como modelos atômicos na disciplina de Química Geral, isomeria orgânica e também na representação de moléculas orgânicas na disciplina de Química Orgânica. Este trabalho foi realizado em turmas de nível superior, o que indica que mesmo estando num grau de escolaridade mais elevado, as dúvidas e dificuldades ainda persistem, levando a acreditar que alunos do ensino médio possuem dificuldade igual senão maior das que foram apresentadas aqui.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAIS

Analisar a utilização de materiais alternativos na disciplina de Química nos cursos Tecnológicos em Gestão Ambiental e Tecnologia de Processos Químicos, ambos de nível superior no conteúdo de Geometria Molecular e o desdobramento para a aprendizagem significativa de Química.

3.2 ESPECÍFICOS

- Permitir que os estudantes tenham uma visualização facilitada das estruturas moleculares por meio da utilização de modelos moleculares;
- Utilizar materiais de baixo custo para confeccionar os modelos moleculares, de modo a permitir sua popularização;
- Promover a aprendizagem significativa do conteúdo de Geometria Molecular a partir da construção dos modelos pedagógicos com materiais alternativos para auxiliar na visualização de moléculas 3D.

4. REFERÊNCIAL TEÓRICO

A seguir será apresentada por meio de revisões bibliográficas, a dificuldade dos alunos na compreensão da disciplina de Química, o que pode ser causado pela falta de motivação dos alunos, ou até mesmo pelas metodologias utilizadas pelo professor e essa dificuldade reflete no conteúdo de Geometria Molecular, apresentadas no primeiro capítulo.

Durante a aula de Geometria Molecular o aluno apresenta diversas dificuldades já que o conteúdo exige uma visão tridimensional das moléculas, outra crítica dos alunos é conseguir definir o átomo central, elétrons ligantes e não ligantes e a visualização das formas geométricas e seus respectivos ângulos de ligação essas dificuldades são mostradas no capítulo dois.

O terceiro capítulo do Referencial teórico é uma breve definição do conteúdo de Geometria Molecular, no qual são apresentados todos os tipos de geometrias. No quarto capítulo é uma explanação com base nas referências da utilização de materiais alternativos na confecção de moléculas para auxiliar na aprendizagem significativa dos conteúdos que envolvem moléculas tridimensionais, como é o caso de Geometria Molecular, Ligações Moleculares e até mesmo Química Orgânica.

O último capítulo do Referencial teórico é uma revisão bibliográfica sobre como a utilização de materiais alternativos pode proporcionar uma Aprendizagem Significativa – Teoria proposta por David Ausubel – no conteúdo de Geometria Molecular na disciplina de Química.

4.1 DIFICULDADE DOS ALUNOS EM COMPREENDER A DISCIPLINA DE QUÍMICA

A Química muitas vezes é vista pelos alunos como uma disciplina com muitas fórmulas, modelos atômicos e moleculares, símbolos e etc. Na qual o aluno sente dificuldade de entender e visualizar tais aspectos (FILHO *et. al.* 2011).

Mesmo com tantos recursos tecnológicos disponíveis, tanto os professores quanto os alunos ainda sentem dificuldade de utilizá-los em sala de aula, seja pelo custo que muitas vezes é bastante elevado, como também pela disponibilidade do mercado ou *internet* de baixa qualidade, logo os professores preferem continuar ministrando aulas apenas expositivas, apenas cumprindo o cronograma curricular proposto no início do ano letivo (FILHO *et. al.* 2011).

Segundo Fialho (2008) a falta de motivação é a principal causa do desinteresse dos alunos, quase sempre acarretada pela metodologia utilizada pelo professor ao repassar os conteúdos.

A metodologia utilizada em sala de aula pode facilitar a compreensão do aluno na disciplina de Química, devido o nível de abstração, o professor pode então buscar métodos para dinamizar a aula fazendo com que o aluno interaja e conseqüentemente aprenda de uma forma significativa, aulas práticas podem ser uma ótima forma de o aluno visualizar o que acontece na prática, já que alguns citam que a falta de atividades experimentais é um dos motivos que geram desinteresse do aluno em estudar Química (PEREIRA *et. al.* 2013).

É preciso que o professor inove, saia do comodismo da rotina e transforme sua aula em uma aula de descobertas na qual o aluno sinta prazer em aprender e não apenas que está assistindo a aula porque os pais o obrigam ou por que tem que estudar, mas que ele veja a disciplina de Química como algo que ele possa observar o cotidiano e perceber os fenômenos que acontecem no mundo a sua volta (CHASSOT, 2006).

Por vezes a Química é ensinada como algo decorativo na qual se decoram fórmulas, modelos atômicos, moléculas e o professor faz uso apenas do livro didático nas aulas (FILHO *et. al.* 2011).

Para se ter uma aprendizagem significativa, o professor deve fazer uso de métodos que auxiliem os alunos em uma melhor compreensão do que se é ensinado. Aulas práticas, modelos e jogos pedagógicos são boas formas de tornar o ensino atrativo e despertar o interesse pelo estudo da disciplina, auxiliando o aluno a construir seu próprio conhecimento (FILHO *et. al.* 2011).

Para ter uma aula agradável é necessário que o professor utilize novas metodologias que prendam a atenção do aluno e para isso, devem-se utilizar ferramentas inovadoras.

O que às vezes torna-se difícil já que muitos professores têm carga horária elevada e muitas turmas, mas caso ele faça uso dessas tecnologias o retorno pode ser bastante significativo (FIALHO, N. N. 2008).

Mesmo diante de tantas ferramentas inovadoras no campo da educação, tais como: a introdução da informática, o uso de multimídias, a interação via internet, etc., por sua vez tão importantes e em ascensão hoje, o professor ainda encontra muitas dificuldades em sala de aula, principalmente no que diz respeito à motivação dos alunos para a aprendizagem (FILHO, 2008 p.01).

O tempo do profissional da educação é um desafio, já que muitos professores possuem numerosas turmas e trabalha por vezes três expedientes para conseguir sustentar a si e a família, não sobrando assim tempo disponível para planejar aulas dinâmicas já que sobra apenas o fim de semana para planejar aulas, corrigir provas, preencher diários, elaborar provas e trabalhos dirigidos etc. (PONTES, 2008).

É necessário que o professor inove, pois os alunos estão em constante contato com a tecnologia (celulares, *tablets*, computadores e etc.) e a informação está ali, em qualquer site, ou canal de vídeos. Cabe aos professores chamar a atenção desse aluno para a sala de aula e mostrá-lo que a Química não é um "bicho de sete cabeças" e que as aulas podem ser bastante divertidas e que eles podem fazer uso desse conhecimento para sua vida, seja perante a sociedade ou até mesmo no contato com as tecnologias (PONTES, 2008).

Um dos grandes desafios no ensino de Ciências é buscar diferentes métodos para que os educandos adquiram as competências e habilidades necessárias para a sua formação, num contexto social e tecnológico (BARBOSA; JESUS, 2009 p. 01).

Caso contrário os alunos não darão o valor necessário a disciplina e estudarão apenas para obter uma nota ou passar de ano, já que por não compreenderem o ensinado acham que o conteúdo não será de valia para sua vida futura seja como profissional ou acadêmica.

Como cita Sebata (2006) em uma de suas experiências profissionais os alunos afirmavam que não demonstravam interesse por não compreender o conteúdo, porque o professor utilizar uma linguagem complicada e que as imagens disponibilizadas no livro às vezes complicavam ainda mais por não serem muito claras.

A linguagem que o professor utiliza é uma linguagem científica, a qual o aluno não está acostumado a ouvir, e com alguns termos tentar relacionar a palavra com o cotidiano torna-se

difícil, como, por exemplo, explicar o conceito de mol. Que significa unidade de medida utilizada para expressar a quantidade de massas atômicas em gramas definida como 1/12 da massa de um átomo de carbono-12 (^{12}C) em seu estado fundamental, outro conceito científico difícil dos alunos assimilarem é número de Avogadro que tem como objetivo fazer uma conversão de unidade de massa atômica (u) para gramas (g), é preciso ter $6,02 \times 10^{23}$ átomos de um elemento para que sua massa em unidades de massa atômica seja expressa em gramas. E juntar $6,02 \times 10^{23} \text{u}$ para que a massa seja de 1 g como é citado pelo Instituto Estadual Rui Barbosa em seu *blog* Química Nota 10 (2012).

O Instituto Estadual Rui Barbosa em seu *blog* Química Nota 10 (2012), faz algumas analogias relacionando número de mol, Constante de Avogadro e Unidade de Massa Atômica:

Se, ao nascer, você ganhasse 1 mol em dinheiro para gastar a cada segundo de vida um real sabe em quanto tempo esse dinheiro acabaria? Seriam necessários 190.892.947.742.262.810 anos, 275 dias, 22 horas, 13 min, 19 seg, 59 milionésimos e certamente sua descendência não reclamaria da falta de dinheiro. Se tivesse como cobrir o território brasileiro utilizando um número de Avogadro de grãos de milho, estaríamos imersos em aproximadamente 15 km de profundidade. Se pudéssemos contar átomos numa taxa de 10 milhões por segundo, demoraríamos cerca de dois bilhões de anos para contar 1 mol de átomos.

Esses são exemplos de relações que podem facilitar a compreensão da quantidade de um número de mol, mas relacionar conceitos abstratos nem sempre é fácil.

Em relação a dificuldades dos alunos de observarem imagem pode-se observar alguns fatores como dificuldade em interpretar imagens ou no caso do componente curricular Geometria Molecular a dificuldade em visualizar moléculas em três dimensões, já que nesse conteúdo a dimensão espacial é de fundamental importância para a compreensão e elucidação de questões (FARIAS *et. al.* 2014).

Mas nós seres humanos estamos a tanto tempo acostumados com as imagens, a imagem é um dos meios de comunicação mais antigo que se conhece já que desde a era primitiva nossos ancestrais já utilizavam pinturas como forma de comunicar-se (SEBATA, 2006).

A relação do homem com a imagem se dá desde o Período Paleolítico Superior cerca de 10.000 a.C. na qual o Homem Cro-Magnon utilizava pinturas rupestres para representar situações de seu dia a dia como à caça aos animais, lutas, astronomia e até mesmo as formas geométricas. No Brasil pesquisadores defendem que as pinturas rupestres tenham sido feitas

não pelos índios, mas pelos gregos vikings ou fenícios que tenham passado por aqui (BURNS, 2010).

Atualmente a linguagem visual é bastante utilizada seja na mídia como anúncios de vendas em *outdoors*, em charges e ilustrações em revistas e jornais, sinalizações de trânsito, e para os jovens ela tornou-se uma revolução na estratégia de comunicação, a indústria iconográfica representa reações e sentimentos na internet substituindo o texto escrito convencional (SEBATA, 2006).

Então se a imagem está tão presente em nosso cotidiano porque os alunos sentem dificuldade de interpretá-las? No conteúdo de geometria molecular o aluno terá que observar não a imagem simples em duas dimensões, mas terá que fazer com que seu cérebro perceba uma imagem em três dimensões, o que para alguns isso é bastante simples, para outros é praticamente impossível visualizar naquela imagem de bolas e bastões interligados uma figura geometria tridimensional.

4.2 DIFICULDADE DOS ALUNOS NA VISUALIZAÇÃO DE MOLÉCULAS EM TRÊS DIMENSÕES (3D)

No ensino de Química existem diversos tipos de modelos, modelos atômicos, moleculares, geométricos etc. e muitas vezes os alunos sentem dificuldade em visualizar esses modelos, o que pode levá-los a ter uma concepção errada da disciplina caso eles não tenham uma concepção adequada de cada modelo científico (MELO; NETO, 2012).

Nas aulas de Química geralmente esses modelos são elaborados mentalmente pelos alunos, talvez por isso muitos não consigam imaginar a forma correta de cada modelo apresentado pelo professor, mas compreender esses modelos é de fundamental importância para a compreensão do conteúdo.

Estudos comprovam a importância da concepção adequada do que seja modelo científico. Na Química, trabalhamos com diversos modelos e os educandos elaboram modelos mentais que podem ou não se aproximar dos modelos científicos (MELO; NETO, 2012 p.112).

Para entender Química é preciso que se tenha muita percepção visual na medida em que as explicações fornecidas para os fenômenos que se observam no mundo real são construídos modelos que envolvem moléculas átomos e partículas subatômicas, para lidar com a ideia dessas entidades foram construídos vários tipos de representações que funcionam como alicerces para desenvolvimento da Química (FARIAS *et. al.* 2014).

Nas aulas de Química é comum vermos o estudo de moléculas, de reações, mas não de modelos de moléculas, modelos de reações, dando a impressão que os químicos trabalham com entidades palpáveis e visíveis, quando na verdade são criações humanas, para que possam auxiliar na compreensão de fenômenos. Os alunos precisam perceber que os modelos são construções provisórias e suscetíveis de aperfeiçoamento, e que avançam para formas cada vez mais poderosas, abrangentes e úteis para explicar a realidade ao longo da história da ciência (MELO; NETO, 2012).”

Um dos grandes problemas para o aprendizado de Química reside na dificuldade, por parte dos estudantes, em transitar nesses níveis de representação, o que é a base no desenvolvimento da ciência Química. Ressalta-se, no entanto, que vários estudos

demonstram que existe uma correlação entre a habilidade visuoespacial (capacidade de realizar transformações entre representações 2D e 3D) (Vecchio, 2014 p.851).

A geometria molecular utiliza bastante a representação de moléculas em três dimensões no espaço, já que devido a repulsão dos pares de elétrons não ligantes eles tomam formas geométricas diferentes e cada ligação ocupará lugares diferentes no espaço, cada uma com suas respectivas distâncias em ângulos (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Para o ensino de Geometria molecular a imagem é de fundamental importância para que o aluno consiga ver os tipos de ligação que os átomos estão realizando e para que possam observar a geometria e os ângulos em que estão dispostas essas ligações, facilitando assim a compreensão do conteúdo, sem a utilização de imagens o professor teria ainda mais dificuldade de mostrar aos alunos as disposições dos átomos em três dimensões (SEBATA, 2006).

O ensino de Geometria molecular por vezes é repassado aos alunos apenas superficialmente ou com ênfase em decorar as geometrias ângulos e hibridizações, causando assim no aluno a impressão que é um conteúdo insignificante e desmotivando o aprendizado (SEBATA, 2006).

Em alguns casos o professor prefere nem abordar esse conteúdo em sala de aula, seja devido ao tempo já que o currículo possui muitos conteúdos para ser abordado durante o ano letivo, ou devido o professor achar que não é necessário os alunos verem tal conteúdo, ou até mesmo quando o professor sente dificuldade no conteúdo e não se sente seguro. Em todos os casos é preciso que se desenvolvam métodos que facilite a aprendizagem do aluno, já que o professor tem como função facilitar a transmissão do conhecimento (FREIRE, 1996).

O desenvolvimento de métodos de ensino-aprendizagem de baixo custo é importante para estimular o aprendizado do aluno, possibilitando assim a compreensão do conteúdo com mais facilidade, dessa forma o aluno poderá aprender a Química não só na sala de aula, mas também conseguirá identificá-la em seu cotidiano (FRANÇA *et. al.* 2012).

Em geral, os alunos apresentam dificuldades para aprender as noções mais simples de Geometria Molecular como, por exemplo, a tridimensionalidade e a relacionar a fórmula molecular, as características da molécula e estrutura geométrica (CREPPE, 2009 p. 17).

Segundo Vecchio (2014) o uso de modelos tridimensionais comparando-se com as representações bidimensionais, facilitam o entendimento das fórmulas e disposição espacial dos átomos nas moléculas. Tendo, portanto por parte dos alunos uma melhor compreensão e

visualização dessas moléculas em três dimensões quando comparadas apenas as imagens vistas no livro didático.

Considerando as dificuldades que os alunos têm em visualizar esses modelos moleculares em três dimensões, o uso de modelos pedagógicos como ferramentas de aprendizado é promissor (FARIAS *et. al.* 2014). A capacidade de visualização tridimensional não é algo natural para muitos alunos, isso cria um obstáculo considerável no processo de aprendizagem daqueles que se apresentam limitados diante desta necessária habilidade (MOURA *et. al.* 2009).

Os alunos, de uma maneira geral, demonstram dificuldades em aprender Química nos diversos níveis de ensino, porque não percebem o significado ou a importância do que estudam.

Por isso a importância de contextualizá-los bem para que facilite a compreensão, para que possam adquirir conhecimentos significativos em relação a disciplina de Química (ALMEIDA *et. al.* 2010).

Para que os alunos possam ter uma aprendizagem significativa em relação a observação e determinação da Geometria Molecular é necessário ter alguns conhecimentos de Química como, por exemplo, número atômico, ligações químicas (iônica, covalente e metálica), regra do octeto, hibridização dos orbitais e teoria de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (TRPECV).

O aluno também precisará de alguns conhecimentos matemáticos sobre geometria espacial e plana e ângulos, já que cada geometria determinará o ângulo de ligação entre cada átomo ligante que está realizando ligações com o átomo central (FARIAS *et. al.* 2014).

4.3 REVISÃO SOBRE GEOMETRIA MOLECULAR

A Química é uma ciência da natureza, portanto estuda o universo (Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) 1998. Atualmente quando se pensa em Química logo nos vem uma imagem de laboratórios bem equipados onde acontecem reações explosivas realizadas por cientistas com longos jalecos, mas nem sempre foi assim.

A Química para tornar-se a ciência na qual hoje é conhecida passou por várias transformações, pode-se dizer que a Química teve suas primeiras descobertas na pré-história, com a descoberta do fogo que proporcionou aos homens primitivos cozinhar alimentos, afugentar animais, proteger-se do frio. Só a partir do ano 10.000 a. C o homem percebeu que algumas rochas continham minérios que quando aquecidos podia-se extrair metais preciosos, dando início assim a Idade do Cobre (5.500-2.000 a. C). Idade do Bronze (3.000-1.000a. C) e Idade do Ferro (1.500 a. C – 500 d. C), por volta de 600 a. C os filósofos pré-socráticos deram início a questionamentos para tentar explicar a origem das coisas e suas transformações, apenas durante a Idade Média que muitos desses questionamentos foram solucionados com o surgimento da Alquimia que deram origem aos primeiros laboratórios e cujos alguns conhecimentos utilizamos até hoje, em nosso cotidiano, por exemplo, ainda utilizamos banho-maria e destilação, técnicas dos alquimistas em seus rústicos laboratórios (UNESP, 2011).

Hoje estamos bastante avançados comparando-se com os alquimistas, estamos na “Era da Informação” e muitas descobertas foram realizadas na Química com o passar dos anos. Depois da descoberta do número atômico por Henry Mosseley em 1913, houve bastante avanço na Ciência, principalmente porque os cientistas conseguiram explicar como o átomo realiza ligações químicas e determinar como esses átomos estão arranajados no espaço.

O número atômico consiste no número de prótons presente no núcleo de um átomo, atualmente a Tabela Periódica está organizada por ordem crescente de número atômico (BROWN *et. al.* 2005).

A partir do número atômico é possível realizar a distribuição eletrônica e assim saber quantos elétrons ficarão em sua camada de valência, determinando assim quantas ligações os átomos poderão realizar.

Existe uma regra que determina quantas ligações os átomos poderão realizar, onde vai depender da quantidade de elétrons que cada átomo terá na camada de valência (camada mais externa do átomo que determinam as propriedades químicas do átomo) essa regra é denominada regra do octeto que consiste em o átomo ficar estável com oito elétrons em sua última camada, adquirindo assim configuração eletrônica de gás nobre que são bastantes estáveis (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Quando uma reação química ocorre entre dois átomos os elétrons de suas camadas de valência se reorganizam ocorrendo uma força atrativa líquida que chamamos de ligações químicas, essas ligações são: iônicas, covalentes e metálicas (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Com isso foi possível determinar que a ligação iônica é formada pela atração eletrostática entre íons de cargas opostas, positivos (cátions) e negativos (ânions) nos quais a transferência de elétrons é definitiva, que na ligação covalente ocorre com o compartilhamento de pares de elétrons entre átomos que podem ser hidrogênio, ametais ou semimetais, na ligação metálica é fruto da interação entre os átomos na rede cristalina que compõe o metal (BROWN *et. al.* 2005).

Para representar as ligações entre as moléculas utilizam-se as estruturas eletrônicas de Lewis, essas estruturas podem ser representadas por um par de pontos ou por uma linha indicando assim a ligação entre um ou mais pares de elétrons (KOTZ; TREICHEL, 2009) como mostra a Figura 01 a seguir:

Figura 01: Representação das Estruturas de Lewis



Fonte: autora

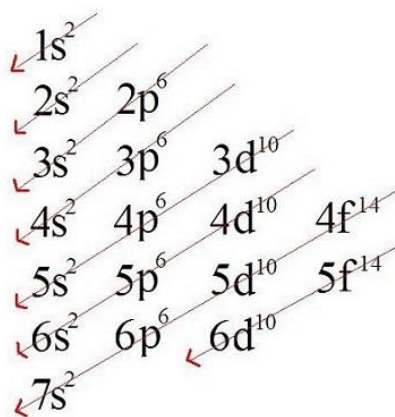
Uma importante razão para se desenhar as estruturas de Lewis é prever a geometria das moléculas, já que as propriedades físicas e químicas dos compostos estão ligadas as formas que as estruturas adquirem no espaço tridimensional (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Uma forma de determinar a geometria de uma molécula é com base na teoria de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (TRPECV). Segundo essa teoria, os pares de

elétrons do átomo central funcionam como nuvens eletrônicas que se repelem mutuamente devido suas cargas negativas serem iguais – cargas iguais repelem-se. Desse modo, elas ficam orientadas na maior distância possível umas das outras. A geometria molecular dependerá da quantidade de pares eletrônicos ao redor do átomo central (FOGAÇA, SD).

Para saber quantos elétrons estarão ao redor do átomo central faz-se necessário realizar a distribuição eletrônica a partir do diagrama de Linus Pauling, como mostra a Figura 02 seguir:

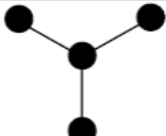
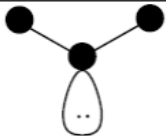
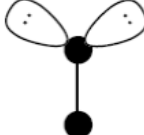
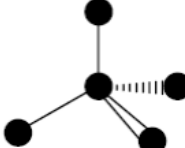
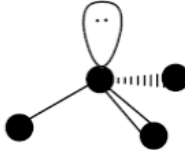
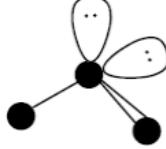
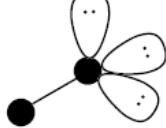
Figura 02: Diagrama de Linus Pauling



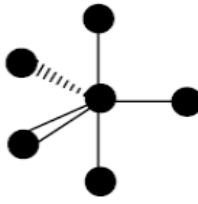
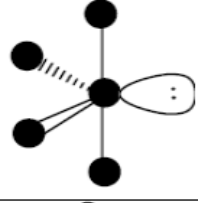
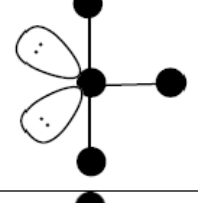
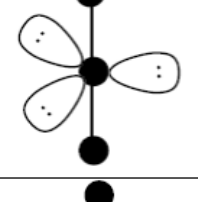
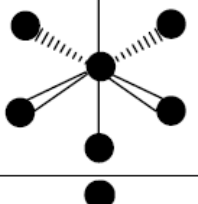
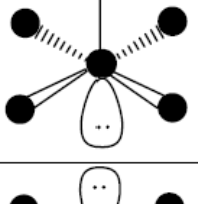
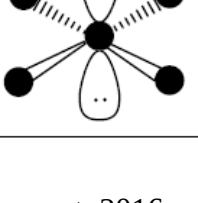
Disponível em www.tabelaperiodicacompleta.com acesso em mai. 2016.

As moléculas quando realizam ligações não são todas retas, como se estivessem em um único plano, afinal elas estão espalhadas no espaço e seus átomos adquirem arranjos ou disposições diferentes, por isso existem formas geométricas variadas para as moléculas de cada tipo de substância, bem como ângulos diferentes entre as ligações do átomo central como mostra a Tabela 01.

Tabela 01: Tipos de Geometria Molecular

Número total de pares de elétrons em torno do átomo central	Número de Pares Isolados	Geometria dos pares de elétrons	Geometria da molécula	Representação
2	0	Linear	Linear	
	1	Linear	Linear	
3	0	Trigonal Planar	Trigonal Planar	
	1	Trigonal Planar	Angular	
	2	Trigonal Planar	Linear	
4	0	Tetraédrica	Tetraédrica	
	1	Tetraédrica	Piramidal	
	2	Tetraédrica	Angular	
	3	Tetraédrica	Linear	

Continuação da Tabela 01:

5	0	Bipirâmide trigonal	Bipirâmide trigonal	
	1	Bipirâmide trigonal	Gangorra	
	2	Bipirâmide trigonal	Forma "T"	
	3	Bipirâmide trigonal	Linear	
6	0	Octaedro	Octaedro	
	1	Octaedro	Pirâmide da base quadrada	
	2	Octaedro	Quadrado planar	

Fonte: r.quimicainterativabr.blogspot.com.br acesso em set. 2016.

Algumas moléculas ou íons podem apresentar mais de uma estrutura de Lewis, para saber qual será a que terá maior probabilidade de existências é necessário calcular a carga

formal dos átomos. A carga formal que estiver mais próxima de zero será a que possui maior probabilidade de existir (KOTZ; TREICHEL, 2009).

A carga formal pode ser calculada com base na fórmula 01:

$$Cf = V - (L + \frac{1}{2} S) \quad (1)$$

Na qual as incógnitas Cf significam carga formal, V representa os elétrons de valência livres, L os elétrons dos pares não ligantes e S é os elétrons compartilhados na estrutura.

Essas várias estruturas que podem aparecer em uma mesma molécula pode ocorrer devido algumas exceções a regra do octeto:

- **Contração:** quando o átomo central se estabiliza com menos de oito elétrons na camada de valência, por exemplo, o BeCl_2 (BROWN *et. al.* 2005);
- **Expansão:** quando o átomo central se estabiliza com mais de oito elétrons na camada de valência, por exemplo, o PCl_5 (BROWN *et. al.* 2005);
- **Número ímpar de elétrons:** ocorre em poucos elementos, os mais comuns são os radicais livres NO, NO_2 e ClO_2 que ficam estáveis com sete elétrons na camada de valência (BROWN *et. al.* 2005).

Outro fator que pode explicar a existência de várias estruturas de Lewis para uma mesma molécula é a ressonância, que pode ocorrer em compostos que possuam ligações duplas (π) alternadas com ligações simples (σ). Sempre que puder mudar a posição dos elétrons sem mudar a posição dos átomos, a estrutura real será um híbrido de ressonância de todas as possíveis estruturas, como por exemplo, o benzeno (C_6H_6) (KOTZ; TREICHEL, 2009).

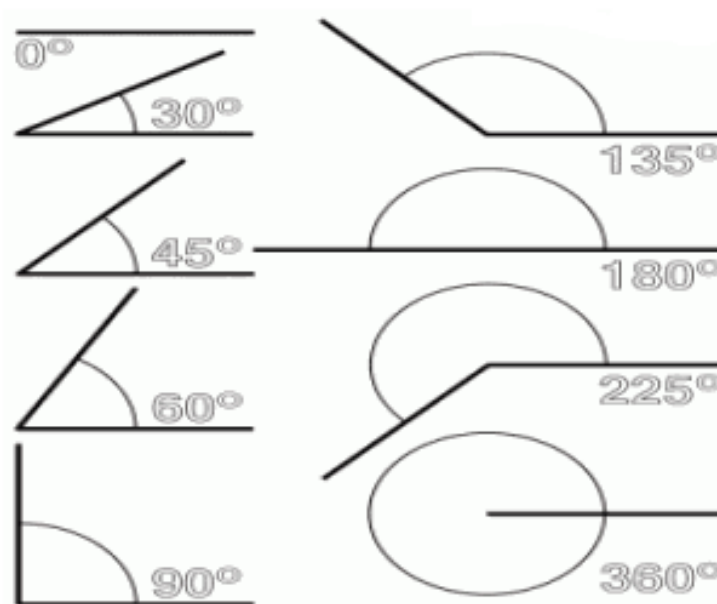
Cada geometria apresenta ângulos diferentes o que dependerá das quantidades de nuvens eletrônicas existentes ao redor do átomo central que causará maior repulsão fazendo com que as ligações espalhem-se o mais confortável possível no espaço, diferenciando-se assim os ângulos entre as ligações (BROWN *et. al.* 2005).

Os ângulos na Geometria Molecular são determinados da mesma forma como na Matemática, na qual uma circunferência completa possui 180° (cento e oitenta graus) (DOLCE; POMPEU, 1985).

Os ângulos são formados por duas semi-retas que não estejam contidas na mesma reta, e que tenham a mesma origem, dividem o plano em duas regiões: uma convexa e outra não-convexa. Cada uma dessas regiões, junto com as semi-retas, forma um ângulo. A medida de um ângulo é dada pela medida de sua abertura. A unidade padrão de medida de um ângulo é o grau, cujo símbolo é: $^{\circ}$ (DOLCE; POMPEU, 1985).

Na Figura 03 podemos ver exemplos de ângulos na Matemática:

Figura 03: Representação de ângulos na Matemática



Fonte: www.colorirgratis.com/desenhos-de-geometria acesso em set de 2016.

Na Geometria molecular os ângulos são definidos de acordo com cada forma geométrica apresentada pelas disposições dos átomos no espaço, como mostra a Tabela 02 com as geometrias moleculares e seus respectivos ângulos:

Tabela 02: Ângulos das Geometrias Moleculares

Dominios eletrônicos ↕	D.E. ligantes ↕	D.E. não ligantes ↕	Geometria ↕	Ângulo das ligações ↕	Exemplo ↕	Imagem ↕
2	2	0	linear	180°	CO ₂	
3	2	1	angular	120° (119°)	SO ₂	
4	2	2	angular	109.5° (104.5°)	H ₂ O	
3	3	0	trigonal plana	120°	BF ₃	
4	4	0	tetraédrica	109.5°	CH ₄	
4	3	1	piramidal	109.5° (107.5°)	NH ₃	
5	5	0	bipiramidal trigonal	90°, 120°	PCl ₅	
5	4	1	gangorra	180°, 120° (173.1°, 101.6°)	SF ₄	
5	3	2	forma de T	90°, 180° (87.5°, < 180°)	ClF ₃	
5	2	3	linear	180°	XeF ₂	
6	6	0	octaédrica	90°	SF ₆	
6	5	1	piramidal quadrada	90° (84.8°)	BrF ₅	
6	4	2	quadrada plana	90°	XeF ₄	
7	7	0	bipiramidal pentagonal	90°, 72°	IF ₇	

Fonte: www.quimicagabrielpelotas.webnode.com/conteudo-de-quimica/geometria-das-moleculas acesso em mai. de 2016.

Como pode ser observado na Tabela 02, a Geometria que cada molécula apresentará no espaço depende do número de elétrons que ficam livres, ou seja, os domínios de elétrons (D.E) não ligantes, pois devido a TRPECV esses elétrons livres repelem-se de tal forma que os domínios de elétrons ligantes se acomodam o mais confortável possível no espaço, fazendo

com que a molécula tome diversas formas geométricas diferentes e ângulos diferentes entre os pares de elétrons ligantes.

4.4 A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MOLÉCULAS 3D PARA GEOMETRIA MOLECULAR

Sabe-se que atualmente em sala de aula o recurso mais utilizado pelos professores ainda são quadro, pincel e livro didático (SILVA *et. al.* 2012).

O que por vezes esses tipo de materiais não auxiliam ao aluno uma boa compreensão do que lhe é ensinado, fazendo com que este sinta-se desestimulado a estudar tais conteúdos que sentem dificuldade (SILVA *et. al.* 2012).

Alguns professores podem dizer que desde sempre se ensina assim, e se ele aprendeu assim outros também aprenderão, mas visto que cada um tem seu ritmo de aprendizagem a utilização de algumas estratégias de ensinamentos são fundamentais para diversificar as aulas e assim facilitar o conhecimento do aluno.

Segundo Paulo Freire, o professor deve ser um facilitador da aprendizagem (FREIRE, 1996).

Penso que o professor age assim porque ele acredita que o conhecimento pode ser transmitido para o aluno. Ele acredita no mito da transmissão do conhecimento - do conhecimento enquanto forma ou estrutura; não só enquanto conteúdo. O professor acredita, portanto, numa determinada epistemologia. Isto é, numa “explicação” - ou, melhor, crença - da gênese e do desenvolvimento do conhecimento, “explicação” da qual ele não tomou consciência e que, nem por isso, é menos eficaz (BECKER, SD).

Uma das maiores dificuldades no ensino de Química, tanto em nível de graduação como no Ensino Médio é a visualização tridimensional das moléculas por parte dos alunos quando o tema “geometria molecular” é abordado. Diante das limitações em recursos didáticos, à ferramenta atualmente mais prática e útil para a visualização tridimensional das moléculas são os chamados modelos atômicos comerciais, confeccionados de plásticos, porém a quantidade e o formato das peças que constituem estes kits limitam de maneira significativa o número de

formas geométricas que podem ser montadas, além disso, o custo destes kits é elevado, chegando a ser um problema a forma de aquisição tanto para a escola, quanto para o aluno (SOUSA *et. al.* SD).

Devido a esse problema do alto custo dos modelos moleculares no mercado uma opção seria a utilização de materiais alternativos para a confecção de modelos moleculares que suprissem essa necessidade do educando, tornando assim mais acessível, além de proporcionar ao aluno uma melhor visualização das moléculas 3D durante as aulas de Geometria molecular.

Existem também alguns softwares que demonstram moléculas em três dimensões como, por exemplo, no site *Phet interactive simulations* (https://phet.colorado.edu/pt_BR/) que permite ao aluno visualizar a molécula, as ligações e os ângulos, mas para isso necessita-se de um computador conectado a internet e nas cidades do interior quando há laboratório de informática a rede de internet é lenta, isso quando funciona. Portanto os modelos moleculares feitos de materiais alternativos seria uma boa opção para melhorar a visualização desses alunos, além de proporcioná-los a experiência de construir seu próprio conhecimento, obtendo assim uma aprendizagem significativa no estudo das geometrias das moléculas.

A falta de laboratórios bem equipados acaba em muitos casos limitando a possibilidade de realização de aulas experimentais em grande parte das escolas do País. Outro fator que colabora na ausência de tais aulas são os recursos financeiros, já que esses materiais representam um gasto significativo. Desta forma, o emprego de materiais alternativos pode minimizar os custos relacionados à aplicação de determinada atividade, ampliando a possibilidade de aplicação desta aula em um maior número de escolas (FRANÇA *et. al.* 2012 p. 01).

Aulas com esse tipo de metodologia onde o aluno constrói o próprio objeto de estudo foge da aula tradicional onde esse tipo de metodologia visa apenas à aquisição de informações por meio de transmissões orais e cópia de modelos, é a formação de alunos com reações estereotipadas e automatizadas, que somente conseguem aplicar o que aprenderam em modelos idênticos aos aprendidos, o que os leva a uma compreensão parcial dos fenômenos (UNIP. sd.).

Logo se o aluno aprende a produzir suas próprias moléculas ele aprende mais facilmente a determinar a posição das ligações, observar se há elétrons livres, determinar as geometrias e seus respectivos ângulos.

A Química ensinada na escola ainda é, em muitas situações, mecânica, onde são conjuntos de passos e fórmulas, onde os professores continuam mostrando exemplos no quadro e como resultado espera que os alunos sejam capazes de resolver exercícios,

exatamente iguais. A fim de que a aprendizagem de Química seja tão eficiente quanto possível, são necessárias modificações principalmente no que se refere à compreensão de assuntos abstratos (BARBOSA; MORERIA, 2014 p.01).

Para que os alunos compreendam assuntos abstratos faz-se uso de novas metodologias a serem aplicadas pelo professor, com isso é possível que o aluno tenha uma melhor compreensão do conteúdo e assim possa ter uma aprendizagem significativa do que lhe é ensinado em sala de aula.

4.5 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E A RELAÇÃO COM MATERIAIS ALTERNATIVOS NA DISCIPLINA DE GEOMETRIA MOLECULAR

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) conhecida por teoria da assimilação, proposta por David Paul Ausubel, em 1962, é uma teoria cognitivista a qual procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento (AUSUBEL, 1963).

A TAS quebra o conceito que o estudante é um ser pronto para apenas receber informações, ela mostra que o aluno chega a escola com uma bagagem de conhecimentos relacionados a sua vivência e que isso influencia no processo de ensino-aprendizagem (PELIZZARI *et. al.* 2002).

Quando o aluno se depara com novas informações ele pode decidir apreender esse conteúdo de maneira mecânica, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada ou de uma forma mais significativa, onde o aluno lembrará do que foi aprendido mesmo com o passar dos anos (FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

Esse tipo de aprendizagem ocorre quando existem os subsunçores na estrutura cognitiva, pois eles servem de ancoragem para uma nova idéia ou aprendizagem significativa (NOVAK; GOWIN, 1984 *apud* AUSUBEL, 1963).

A partir desses subsunçores muitos trabalhos são reportados na literatura sugerindo o uso de estratégias de ensino que estejam relacionadas com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (EBENEZER, 1992 *apud* NOVAK, 1984).

Em relação a esta nova aprendizagem, o conhecimento pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, na qual Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora (MOREIRA, 2012 p. 02).

Chama-se de subsunção um conhecimento específico do indivíduo, que permite dar significado a novas coisas que lhe é apresentado ou descoberto. Seja por recepção ou descobrimento do aluno, a atribuição de significados dependerá da existência de conhecimentos prévios e a relevância que é apresentada entre eles durante o novo aprendizado (MOREIRA, 2012).

É importante lembrar que a aprendizagem significativa define-se entre a relação dos conhecimentos prévios e novos conhecimentos, onde os novos conhecimentos podem ter significados quase tão grandes quanto aqueles conhecimentos que o aluno já traz de sua vida, seja ela no cotidiano escolar ou até mesmo em casa.

Por exemplo durante uma aula de Geometria Molecular o aluno associará o nome Geometria as formas geométricas vistas na disciplina de Matemática, isso revela que o aluno possui subsunções que o fazem lembrar de formas geométricas, outro ponto é que o educando vê diariamente vários objetos com formas diferentes em seu cotidiano isso pode ser usado durante as aulas para fazer com que os alunos relacionem as geometrias apresentadas com seus conhecimentos prévios.

Se durante as aulas de Geometria em Matemática a aprendizagem do aluno tiver sido realmente significativa, por mais que este passe anos sem ver tal conteúdo ele fica meio que adormecido em seu subconsciente, mas a medida que vai estudando e fazendo novas assimilações esse conhecimento despertando assim uma assimilação obliteradora.

A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa (MOREIRA, 2012 p. 04).

Portanto subsunções são conhecimentos estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito que podem dar outros significados aos conhecimentos vistos em sala de aula, que o aluno pode possuí-lo como um conceito, uma representação, modelo etc. permitindo assim uma aprendizagem significativa e evitando que o aluno apenas decore o conteúdo para uma prova.

Moreira (2012) cita ainda que estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunções dinamicamente inter-relacionados. Portanto se houver uma aprendizagem super ordenada novos subsunções podem se ligar aos já existentes, isso significa que as hierarquias de subsunções não são fixas dentro de um mesmo campo de conhecimentos podendo variar de um campo para outro.

Logo essas hierarquias de subsunções aplicam-se no estudo de Geometria Molecular, já que se o aluno teve uma aprendizagem realmente significativa de Formas Geométricas na Matemática, ele poderá inter-relacionar com a Geometria Molecular na disciplina de Química.

Para Ausubel (1963) o conhecimento prévio é a variável isolada mais importante para que o aluno tenha uma aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Ou seja se fosse para isolar uma única variável como a maior influenciadora novos conhecimentos adquiridos os conhecimentos prévios do aluno seriam esta variável.

Mas caso o aluno não apresente conhecimentos prévio o que fazer? Bem os conhecimentos prévios como mostrados anteriormente podem não ser apenas conceitos ou modelos que o aluno aprendeu durante a vida escolar, pode também ser adquiridos durante a vida, desde que o ser humano nasce ele aprende diversas coisas e isso pode ser relacionado ao conteúdo estudado. Por exemplo, desde criança conseguimos diferenciar formas geométricas como círculos, pirâmides, retângulos e esses conhecimentos também são válidos no ensino de Geometria molecular.

Segundo Gowin (1984) existem algumas estratégias que são facilitadoras da Aprendizagem Significativa.

Vê epistemológico, Vê heurístico ou Vê de Gowin são estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa, onde enfatizando o pensar e o fazer auxiliam na construção do conhecimento humano. Pois quando o aluno compreende o processo de produção do conhecimento, sua aprendizagem será significativa (MOREIRA, 1990).

Para que a Aprendizagem Significativa ocorra são essenciais duas condições, a primeira o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja deve ser de linguagem clara e de fácil manuseio caso o professor esteja utilizando algum material palpável, e segundo o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender, se o aluno não estiver disposto a aprender mesmo os melhores materiais serão insignificantes e estariam tendo apenas uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2012).

Segundo Ausubel (1963), os principais conceitos que envolvem a TAS, são:

- Estrutura cognitiva: conjunto total de ideias que o indivíduo tem sobre uma determinada área do conhecimento, é nesta estrutura que ocorrem os processos de organização e integração de novos conhecimentos (MOREIRA; MASINI, 2006).

- Aprendizagem: deve ser um processo envolvente que prioriza a construção, modificação, enriquecimento e diversificação de esquemas do conhecimento já internalizados, a partir do significado e do sentido que pode atribuir a esses conteúdos e ao próprio fato de aprender (ROCHA, 2007).
- Aprendizagem significativa (AS): relaciona-se com a construção de significados como parte central do processo de ensino–aprendizagem. O estudante aprende um conteúdo quando consegue atribuir-lhe significados. Se não há atribuição de significados, a aprendizagem é memorística, limitando-se a uma repetição do conteúdo (COLL, 2002).

Quando o aluno não vê sentido no que está sendo estudado ou o conteúdo é muito abstrato, normalmente ele o caracteriza como irrelevante, e conseqüentemente decora o conteúdo apenas para uma prova, esquecendo logo depois o que foi estudado, sendo esta conhecida como aprendizagem mecânica.

A aprendizagem mecânica é aquela aprendizagem com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existente na estrutura cognitiva, mas de uma forma arbitrária sem relacionamento com os subsunçores específicos (AUSUBEL, 1968).

Para compreender o processo do conhecimento químico necessita-se entender três tipos de representação: macroscópico (observação dos fenômenos), microscópico (arranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas) e simbólico (expressa por símbolos, números, fórmulas, etc.) (JOHNSTONE, 1993).

Porém as compreensões microscópicas e simbólicas são as mais difíceis para os estudantes porque são invisíveis e abstratas, talvez porque o pensamento dos estudantes é construído sobre a informação oral e escrita. (DAMASCENO *et. al.* 2008).

Quando novas informações adquirem relevância de conhecimentos numa mesma área da estrutura cognitiva o indivíduo passa a sentir necessidade de abandonar a aprendizagem mecânica por uma aprendizagem significativa surgem então os subsunçores, mas de uma forma pouco elaborados, ao passo que a aprendizagem evolui, ele tornam-se mais elaborados e com capacidade de armazenar novas informações (MOREIRA; MASINI, 2006).

Portanto as aprendizagens significativa e mecânica ocorrem mutuamente, não sendo possível, separá-las.

Moreira (2012), cita sobre as formas e os tipos de aprendizagem significativa. São elas:

- representacional: quando símbolos arbitrários passam a representar, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca;
- conceitual: o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente
- concreto. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível. Existem duas formas de AS conceituais: formação de conceitos (ocorre na infância) e assimilação de conceitos (que ocorrem no período escolar);
- proposicional: implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição.

Existem vários fatores que influenciam em uma aprendizagem significativa na disciplina de Química como por exemplo, alterações no processo de desenvolvimento do aprendizado da leitura, escrita e raciocínio lógico-matemático (CASTAÑO, 2003).

Ou como cita Nutti (2002) os alunos podem apresentar problemas de ordem pedagógica e/ou socioculturais.

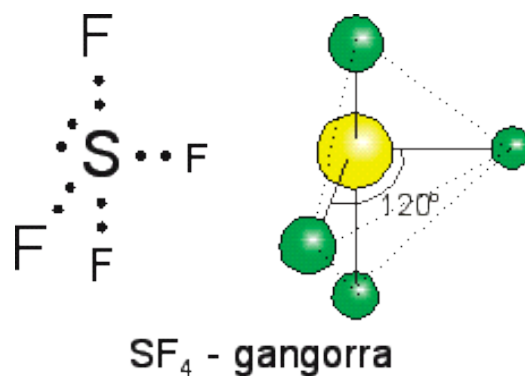
Um ponto importante a ser destacado é a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, por vezes isso pode ser apontado como um dos fatores mais importantes, influenciando diretamente no processo de ensino- aprendizagem, onde pode promover interações entre os conhecimentos já existentes e os que ainda estão por vir (DUARTE *et. al.* 2010).

Para superar essas dificuldades, tem-se sugerido uma variedade de estratégias educacionais. Incluindo o uso de modelos físicos (HUDDLE *et. al.* 2000).

O processo de ensino-aprendizagem torna-se como uma responsabilidade tanto do professor quanto do estudante, e a relação do aluno com o coletivo e o social leva à modificação da estrutura cognitiva (NOVAK; GOWIN, 1996).

Logo a AS é uma ótima teoria para se trabalhar no ensino de Geometria Molecular, já que pode-se utilizar os conhecimentos prévios dos alunos em relação as formas geométricas que podem ser observadas em seu cotidiano, como por exemplo a geometria em forma de gangorra que lembra bastante a gangorra de parques infantis.

Figura 04: Geometria molecular em forma de Gangorra



Fonte: http://www.oocities.org/vienna/choir/9201/geometria_molecular.htm acesso em out. 2016.

A partir dessa geometria denominada de gangorra o aluno pode fazer, portanto uma assimilação da molécula com o brinquedo, tornando assim a visualização da molécula um pouco menos abstrata.

Figura 05: Gangorra de Parques Infantis



Fonte: <http://www.ventes.com.tr/kat-dis-mekan-oyun-gruplari-151> acesso em out. 2016.

A utilização de materiais alternativos para a confecção de modelos moleculares para geometria molecular é uma forma de aproximar o aluno do meio social em que vivemos, fazendo com que ele perceba que pode construir seu próprio conhecimento com aquilo que está ao seu alcance, com baixo custo e muita eficiência (ACÁCIO *et. al.* 2014).

4.6 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa-ação educacional é uma ótima forma que professores e pesquisadores utilizam em suas pesquisas para aprimorar o ensino e consequentemente a aprendizagem de seus alunos (TRIPP, 2005).

É difícil afirmar quem desenvolveu o processo de pesquisa-ação, sendo que vários pesquisadores sempre avaliam suas práticas com o intuito de aperfeiçoá-las e obter assim resultados satisfatórios. Segundo Tripp (2005) muitas vezes, citam que o criador de todo esse processo foi Lewin em 1946 devido suas publicações utilizando o termo, mas em 1913 alemães já o utilizavam em seus textos (TRIPP, 2005 *apud* ALTRICHTER; GESTETTNER, 1992).

Outra versão é que John Collier utilizou essa metodologia pela primeira vez para melhorar as relações inter-raciais, quando era comissário durante a Segunda Guerra Mundial para assuntos indianos (TRIPP, 2005 *apud* DESHLER; EWART 1995). Há ainda a suposição que o livro *Research for teachers* (Pesquisa para professores) escrito por Buckingham em 1926 defendia um processo metodológico que poderia facilmente ser reconhecido como uma pesquisa-ação (TRIPP, 2005 *apud* SELENER 1997).

Dos nomes citados acima o que mais obteve destaque foi o psicólogo alemão Kurt Lewin (1890-1947). Na década de 60 (1960) diversas foram as publicações usando as idéias de Lewin na área de Sociologia, que sugeriam que o pesquisador deveria sair do isolamento e assumir as consequências de suas pesquisas colocando seus resultados em práticas interferindo assim no curso dos acontecimentos, logo essas ideias ganharam crédito e passaram a ser utilizada além

das Ciências Sociais e Psicologia, e passou a ser amplamente aplicada nas áreas de ensino. Além da aplicação na área educacional, a pesquisa-ação pode ser utilizada em qualquer ambiente de interação social que se caracterize por um problema, onde pessoas, tarefas e procedimentos estejam envolvidos (ENGEL, 2000).

Então Como o próprio nome diz pesquisa-ação é a união da prática e da pesquisa com o intuito de desenvolver o conhecimento e a compreensão pesquisando em situações onde deseja-se melhorar a compreensão da prática realizada (ENGEL, 2000).

Existem algumas principais características da pesquisa-ação:

- O processo dessa pesquisa deve integrar todos os participantes excluindo a separação entre sujeito e objeto (KRAPP *et. al.* 1982);
- Os resultados da pesquisa-ação são úteis para que os envolvidos possam aprender e modificá-los a fim do pesquisador verificar se os procedimentos utilizados são eficazes ou não (KETELE; ROEGIERS, 1993);
- A pesquisa-ação tem por objeto de pesquisa as ações humanas em situações que o professor classifica como inaceitáveis a partir de alguns aspectos que são suscetíveis de mudança e que exigem uma resposta prática. Já a problemática é uma interpretação a partir do ponto de vista das pessoas envolvidas, baseando-se sobre as representações que professores, alunos, diretores etc. têm da situação (ENGEL, 2000);
- A pesquisa-ação é situacional ou seja diagnostica um problema específico em uma dada situação com o intuito de obter resultados relevantes, não havendo portanto interesse em se obter enunciados científicos, mas como o público alvo são pessoas é possível que diferentes estudos sobre o mesmo conteúdo possa gerar resultados semelhantes (COHEN; MANION, 1994);
- A pesquisa-ação é auto-avaliativa, ou seja a partir dos resultados obtidos o pesquisador poderá através de feedback obtido, podendo assim realizar mudanças de direção e redefinição se necessário beneficiando assim o próprio processo e podendo beneficiar situações futuras (ENGEL, 2000);
- A pesquisa-ação é cíclica onde as fases finais podem ser usadas para aprimorar os resultados das fases anteriores (HOPKINS, 1993).

Esse ciclo na pesquisa-ação pode ser observado na Figura 06, onde caso os resultados não sejam satisfatórios há a possibilidade de retornar a implementação da metodologia e assim ir aperfeiçoando até obter resultados satisfatórios a sua pesquisa.

A seguir a partir de cada etapa do caráter cíclico da pesquisa-ação será detalhada segundo a bibliografia utilizada e em seguida será exemplificada mostrando as etapas realizadas durante essa pesquisa até a obtenção dos dados.

Figura 06: Caráter cíclico da Pesquisa-ação



Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2014000400017 acesso em fev. 2017.

A primeira etapa é a identificação do problema, entende-se por problema a concepção do pesquisador de algo que o intriga e pode ser melhorado em sala de aula, após a identificação de um conjunto de situações problemáticas que podem ser úteis como um objeto de pesquisa, essas situações devem ser analisadas para verificar sua relevância (ENGEL, 2000).

A segunda etapa é o reconhecimento, onde este pode ser feito tanto a partir de revisões da literatura ou a partir de fatos observados em sala de aula.

A revisão bibliográfica da literatura deve ser feita relacionada à situação problemática para que o pesquisador possa aprender com pesquisas semelhantes realizadas anteriormente.

A observação em sala de aula é feita com o intuito de entender o que realmente está ocorrendo em sala de aula com relação à situação problemática (ENGEL, 2000).

Nessa pesquisa a revisão bibliográfica mostra a dificuldade e algumas causas de porque os alunos sentem dificuldade na visualização de moléculas 3D, o que pode ser desde uma associação as dificuldades relacionadas a disciplina de matemática até a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula que por vezes não é muito atraente.

A terceira etapa é o planejamento de atividades para solucionar o problema, onde metodologias são buscadas pelo professor afim de melhorar a aprendizagem de seus alunos.

A partir das informações coletadas na pesquisa bibliográfica o pesquisador passa então a formular uma ou mais hipóteses para serem testadas a fim de resolver ou minimizar a problemática encontrada, e buscar formas de identificar qual será o melhor meio de resolver essa problemática, dando início assim a implementação das atividades (ENGEL, 2000).

A quarta etapa do ciclo é a implementação do planejamento de atividades, nessa etapa o plano anterior é posto em prática, o pesquisador irá implementar seu plano de atividades com o intuito de resolver ou minimizar a problemática.

A quinta etapa consiste no monitoramento em termos de eficácia da solução do problema, que consiste na coleta de dados por parte do professor afim de ter subsídios para que possa ser realizada uma medição do nível dos alunos e averiguar se a implementação de suas hipóteses foram válidas (ENGEL, 2000).

A sexta etapa é a avaliação dos dados que foram coletados, na qual o professor de posse dos dados levantados na fase anterior analisa-os e interpreta-os, para deles tirar suas conclusões, verificando se o plano surtiu efeito. Caso os resultados não sejam satisfatórios, ele pode seguir para uma sétima etapa na qual eventualmente precisa ser aperfeiçoado em um novo ciclo de pesquisa, mas caso os dados obtidos sejam relevantes para a sua pesquisa, o professor pode

seguir direto para uma oitava etapa sem passar pela sétima, que é sair e catalogar os dados obtidos obtendo assim uma conclusão de seu trabalho (ENGEL, 2000).

5. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza localizado na Avenida 13 (treze) de Maio no Bairro Benfica número 2081, com o intuito de comparar a eficiência do modelo molecular proposto, confeccionado a partir de materiais alternativos visando uma aprendizagem significativa no conteúdo de Geometria Molecular.

As turmas as quais as aulas foram aplicadas no IFCE pertencem ao Curso Tecnológico em Gestão Ambiental e ao Curso de Tecnologia e Processos Químicos. Em ambas as turmas as aulas pertencem a disciplina de Química Geral I do primeiro semestre dos referidos cursos, que tem como Docente o Professor Dr. Geraldo Freitas orientador deste trabalho. Participaram das aulas um total de 30 (trinta) alunos, 8 (oito) alunos na turma do Curso Tecnológico em Gestão Ambiental e 22 (vinte e dois) alunos na turma do Curso de Tecnologia e Processos Químicos. As aulas foram ministradas no mesmo dia, mas em horários diferentes para cada turma. A metodologia utilizada na pesquisa foi a Pesquisa-ação.

Após observações em sala de aula foi possível listar as principais dificuldades dos alunos no conteúdo de Geometria Molecular que podem ser: a visualização das moléculas em

3D, a definição do átomo central, definir os ângulos de ligações e se a molécula terá ou não elétrons livres influenciando assim na sua geometria molecular. Tudo isso com base no Questionário 01 (Apêndice 9.1) que foi respondido pelos alunos ao final da primeira aula.

Nessa pesquisa o planejamento de atividades ocorreu da seguinte forma, são ministradas duas aulas, a primeira é uma aula sem a utilização dos modelos moleculares confeccionado com materiais alternativos, apenas uma aula no “estilo tradicional”, apenas com quadro e pincel sobre o conteúdo de Geometria Molecular, em seguida uma pequena atividade foi proposta (Apêndice 9.2) para que eles resolvessem com os conhecimentos obtidos durante a aula ministrada e sem auxílio de nenhuma fonte de pesquisa.

Antes da segunda aula foi preparado os modelos que seriam utilizados na confecção das moléculas, foi comprado bolinhas de isopor de dois tamanhos diferentes, as maiores (100mm) foram usadas para serem o átomo central e as menores (75mm) os átomos ligantes.

Foram utilizados também palitos de dente representando as ligações entre os átomos e alfinetes que representavam os elétrons livres ou balões que poderiam representar as nuvens eletrônicas, ficava ao critério do aluno escolher os alfinetes ou os balões.

Na semana seguinte foi ministrada uma segunda aula, agora utilizando os modelos moleculares confeccionados com materiais alternativos (palitos de dente, bolinhas de isopor, balões de borracha e alfinetes), nessa aula foi usado recursos de mídia *Power point e data-show* apenas para mostrar as moléculas a fim de evitar-se a perda de tempo da aula desenhando as moléculas na lousa, foram mostrados desenhos (em apenas duas dimensões como é mostrado em livros) para que os alunos pudessem vê-los e tentar representar com o auxílio dos modelos moleculares as moléculas em três dimensões.

Além dos alunos aprenderem a construir seus próprios modelos moleculares utilizando os materiais citados anteriormente (palitos de dente, bolinhas de isopor, balões de borracha e alfinetes) com ajuda do professor.

Assim como na aula anterior foi proposto a mesma lista de exercícios (Disponível no Apêndice 9.2) nos quais os alunos resolveram sem auxílio de fontes de pesquisa, apenas utilizando os modelos que eles aprenderam a confeccionar durante a aula.

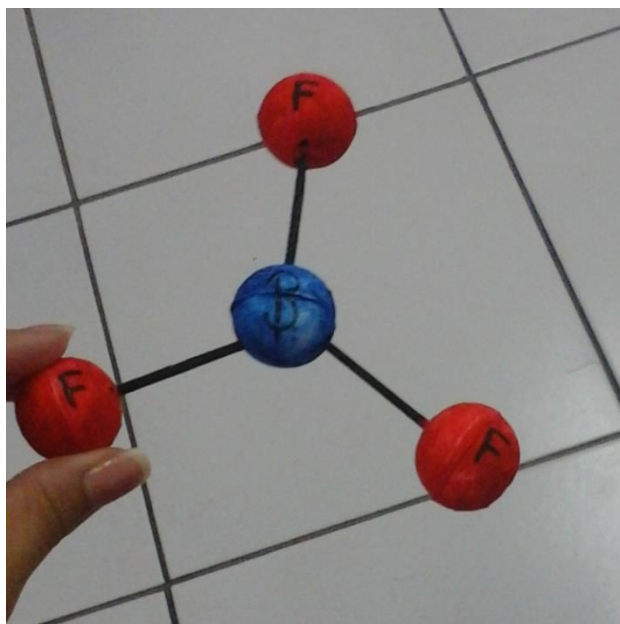
Foi aplicado também um segundo questionário (Disponível no Apêndice 9.3) no qual os alunos informavam as melhorias em relação a primeira aula ministrada, podendo validar ou não o modelo molecular proposto.

Ainda nesse segundo questionário o aluno avalia sua aprendizagem e relata as dificuldades sentidas na utilização dos modelos moleculares construídos com materiais alternativos.

Os dados dessa pesquisa foram coletados a partir da avaliação dos questionários, nos quais as respostas dos alunos foram catalogadas em gráficos e tabelas, e também a partir das resoluções dos exercícios propostos, nos quais são comparados as respostas dos exercícios sem a utilização dos modelos pedagógicos e as respostas dos exercícios nos quais os alunos utilizam os modelos moleculares que aprenderam a construir durante a segunda aula ministrada.

A Figura 07 representa uma molécula de Trifluoreto de Boro (BF_3) representada através do modelo molecular proposto na segunda aula, construída com bolinhas de isopor e palitos de dente, representando a geometria molecular trigonal plana.

Figura 07: Molécula Trigonal Plana Construída com Material Alternativo



Fonte: Autora

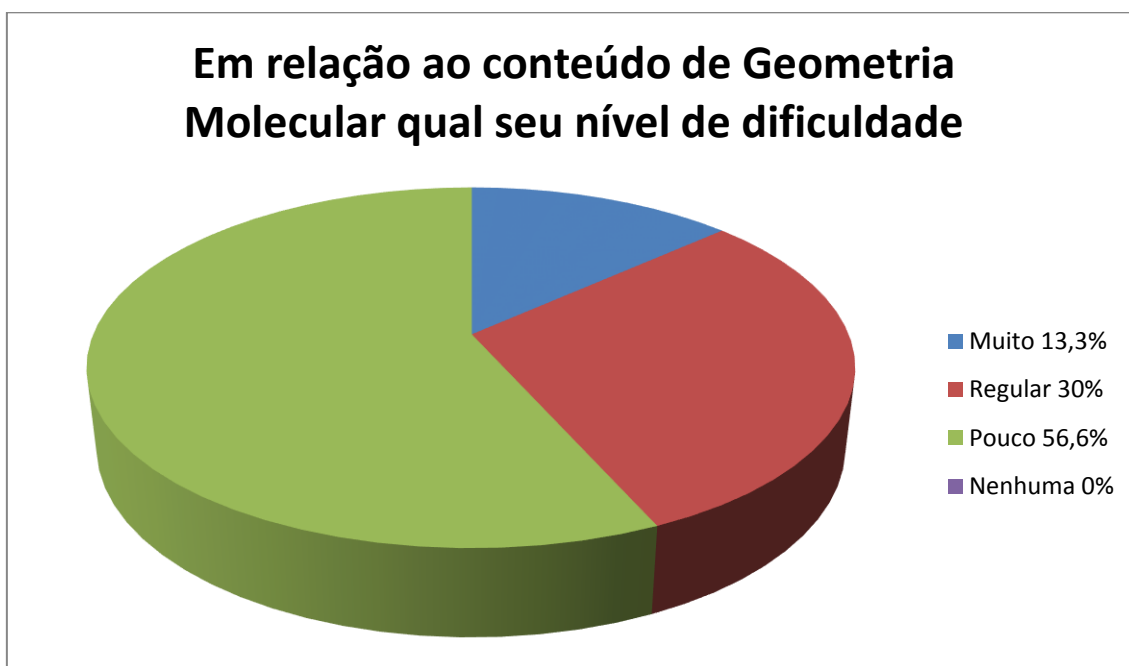
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 RESULTADOS OBTIDOS COM A PRIMEIRA AULA

Após a realização da primeira aula sobre a temática Geometria Molecular foi aplicado um questionário (Disponível no Apêndice) de 05 (cinco) questões onde as perguntas baseavam-se em descobrir as principais dificuldades dos alunos em relação ao conteúdo e se eles gostariam de introduzir metodologias diferentes no estudo de Geometria Molecular.

A primeira pergunta era sobre o nível de dificuldade sentida pelos alunos em relação ao conteúdo de Geometria Molecular durante a aula ministrada como mostra o Gráfico 01.

Gráfico 01: Resposta dos alunos quanto ao nível de dificuldade em relação ao Conteúdo de Geometria Molecular



Pode-se observar que nenhum aluno marcou a opção onde indicava não sentir nenhuma dificuldade no conteúdo ministrado, observa-se também que 30% indicaram sentir uma dificuldade no nível regular, 56,6% de um total de 30 (trinta) alunos afirmaram sentir um pouco de dificuldade no conteúdo de Geometria Molecular e apenas 13,3% disseram sentir muita dificuldade no conteúdo de Geometria Molecular ministrado na primeira aula de uma forma mais tradicional. Ao observar o gráfico 01 pode-se concluir que todos os alunos sentiram algum nível de dificuldade durante a primeira aula sobre o conteúdo de Geometria Molecular.

É fato que o conteúdo de Geometria Molecular requer dos alunos a capacidade de imaginação e visualização (WARTA; RESENDE, 2011). O que para muitos é uma atividade difícil já que eles preferem trabalhar com algo concreto e não com situações abstratas visto que a imaginação é uma capacidade que deve ser aprimorada no ensino de Química, pois muitos conceitos são abstratos.

Como por exemplo a noção de átomos arranjos de moléculas e para que o estudante possa compreendê-los é necessário uma capacidade de abstração que muitos não possuem, logo

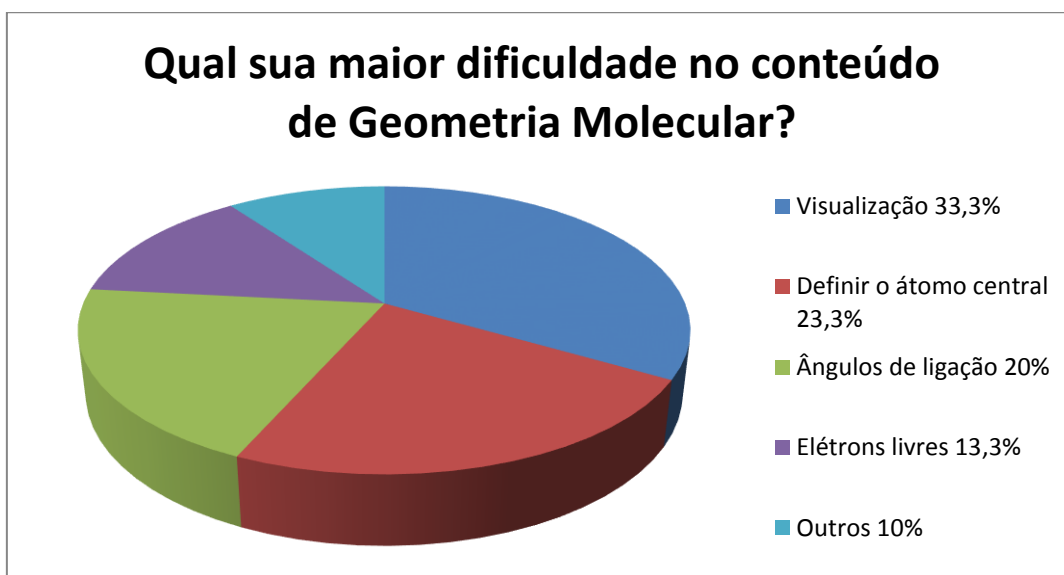
por não possuí-los ou não conseguir desenvolver essa capacidade de visualização o aluno classifica o conteúdo como difícil (FONSECA, M. C. 2011).

Na AS um dos tipos de aprendizagem é o concreto, onde são feitas assimilações de conceitos para auxiliar no processo de ensino- aprendizagem do aluno, essas assimilações podem partir desde a infância ou até mesmo no período escolar (MOREIRA, 2012).

Por isso faz-se necessário a relação das moléculas na geometria com algo do cotidiano do aluno, não apenas pedir que o aluno imagine moléculas em 3D, mas que ao construir seu próprio modelo molecular ele possa representá-lo e assim diminuir a abstração que tem em relação a este conteúdo.

A segunda pergunta foi para saber qual a maior dificuldade que os alunos sentiram no conteúdo de Geometria Molecular. Foram propostas cinco opções de possíveis dificuldades sendo a quinta opção “outros” onde havia um espaço pro aluno escrever que outro tipo de dificuldade ele havia sentido durante a aula. As respostas descritas pelos alunos na segunda pergunta podem ser vistas no Gráfico 02.

Gráfico 02: Resposta dos alunos quanto à maior dificuldade no conteúdo de Geometria Molecular.



Como pode ser visto no gráfico 02, os alunos ficaram bastante divididos em três principais alternativas, mas a maioria 33,3% afirmou sentir mais dificuldade em visualizar as moléculas e suas formas geométricas no espaço tridimensional, em seguida 23,3% marcaram a opção “Definir o átomo central” onde citam que não conseguem diferenciar quais átomos serão ligantes e qual será o átomo central, dificuldade essa que pode estar relacionada a outro conteúdo que antecede Geometria Molecular, que consiste em realizar distribuição eletrônica e determinar a camada de valência dos átomos, vendo, portanto quantas ligações o átomo deve fazer para tornar-se o mais estável possível atingindo a estabilidade dos Gases Nobres que são oito elétrons em sua última camada. Houve ainda 20% que afirmaram sentir mais dificuldade em definir os ângulos de ligação de cada molécula, dificuldade essa que pode provir da Matemática vista ainda no Ensino Fundamental e 13,3% afirmam sentir maiores dificuldades em saber quantos elétrons livres a molécula terá, esse é um fator importante, pois a partir da repulsão eletrônica dos pares de elétrons a geometria da molécula pode mudar. Apenas 10% de 30 (trinta) alunos marcaram a opção outros, mas não descreveram quais dificuldades foram sentidas, portanto não há como classificá-las aqui.

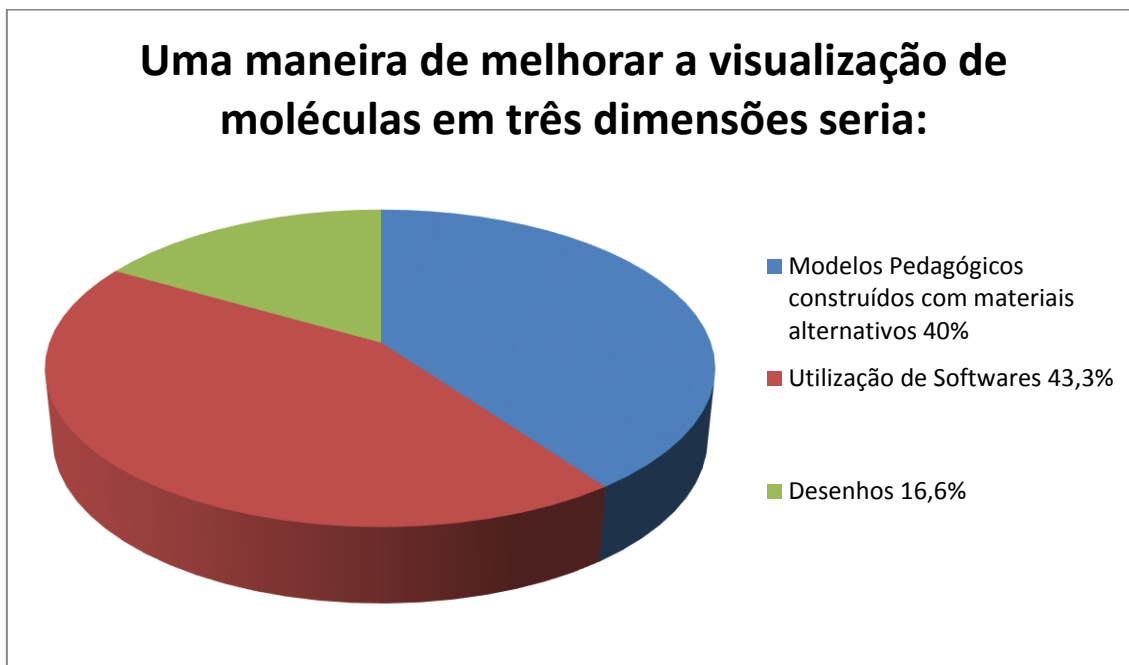
Segundo Baptista (2013) a dificuldade de visualização tridimensional dos alunos sempre foi citada pelos professores como um dos principais problemas no aprendizado de Química e provavelmente essa dificuldade esteja atrelada a limitação do uso de recurso por parte do professor, seja por questões metodológicas ou por disponibilidade, as moléculas sempre são mostradas aos alunos apenas com uso de quadro e pincel.

Essa pode ser a causa da maioria dos alunos terem assinalado essa opção já que essa primeira aula foi ministrada apenas com uso de quadro e pincel e as moléculas foram mostradas apenas dessa forma.

A forma de aprendizagem representacional é quando símbolos passam a determinar determinados objetos (MOREIRA, 2012), o que acontece na Geometria molecular, diversas geometrias são representações de figuras como pirâmides, octágonos, gangorra etc. e muitas vezes o aluno não consegue visualizar essas formas apenas com desenhos, gerando assim a dificuldade de compreender o conteúdo.

A terceira pergunta do questionário consistia em saber que tipo de metodologia os alunos gostariam que fosse utilizada numa aula de Geometria Molecular para facilitar a aprendizagem do conteúdo. As respostas dessa pergunta pode ser vista no Gráfico 03.

Gráfico 03: Resposta dos alunos quanto à metodologia que gostariam que o professor utilizasse em aula.



Dos alunos entrevistados, 16,6% disseram que preferiam que o conteúdo fosse ministrado usando desenhos que representassem as geometrias das moléculas, lembrando que a aula foi ministrada utilizando desenhos representacionais das moléculas e suas respectivas geometrias com o auxílio de quadro e pincel e mesmo assim os alunos relataram como no Gráfico 01 que sentiram dificuldades no conteúdo ministrado e segundo o Gráfico 02 a maioria dos alunos classificaram a dificuldade sentida em não conseguir visualizar as moléculas e suas geometrias em três dimensões.

43,3% (quarenta e três vírgula três por cento) de 30 (trinta) afirmaram que gostariam que as aulas fossem ministradas utilizando *softwares* que os auxiliassem a visualizar a geometria das moléculas em três dimensões e 40% indicaram que se as aulas fossem ministradas utilizando modelos pedagógicos construídos a partir de materiais alternativos seria mais fácil compreender as geometrias das moléculas e sua disposição no espaço 3D.

Como a utilização de *software* pode ficar restrita a algumas escolas devido ao número de computadores não serem suficientes para todos os alunos, *softwares* muitas vezes possuem licenças pagas e que a escola pública não disponibiliza de recursos para obtê-las e quando é encontrado softwares livres eles precisam da utilização da *internet* para funcionar, o que em escolas públicas e principalmente do interior não a possuem com qualidade suficiente.

A Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) em uma publicação realizada no ano de 2008 sobre o Computador na Escola revela diversas dificuldades encontradas pelos alunos na utilização dos laboratórios de informática durante as aulas, que podem ser desde a falta de computadores ou como o caso de escolas que receberam computadores, mas não possuem internet, o que dificulta caso o professor queira utilizá-lo como uma ferramenta didática durante suas aulas.

Segundo o Instituto Ayrton Senna em um Censo escolar realizado no ano de 2014, 89,9% das escolas públicas de Ensino Médio possuem laboratório de informática, mas apenas 43% delas possuem *internet* de banda larga, o que significa que menos da metade não possuem *internet* de qualidade e isso prejudica durante uma aula onde todos os alunos terão que acessá-la ao mesmo tempo.

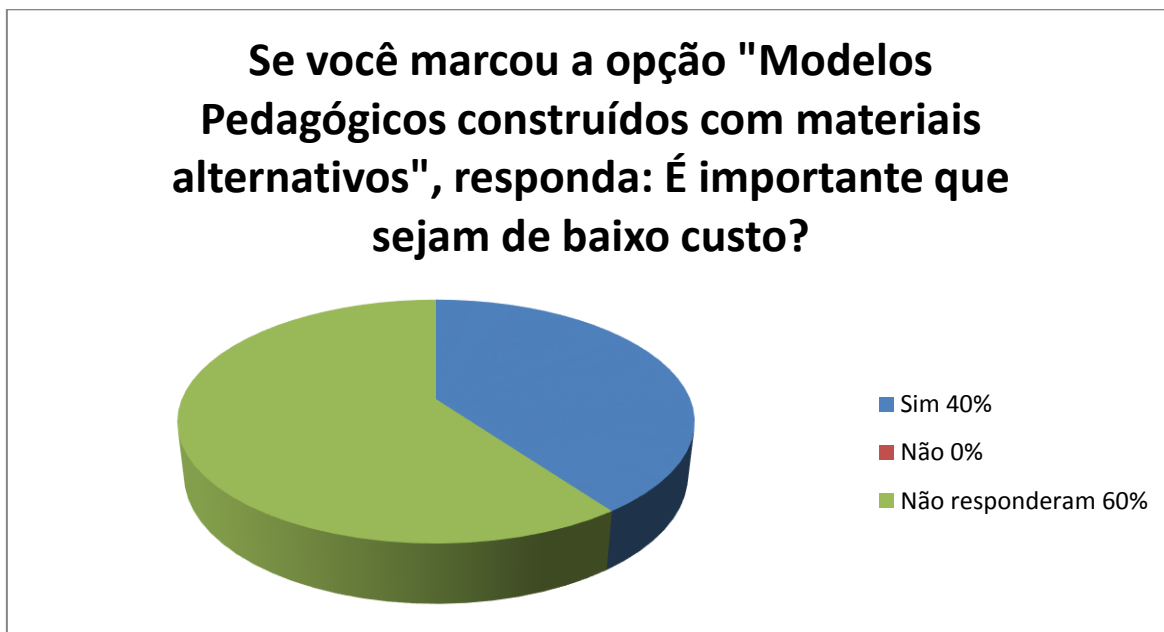
O Censo do Instituto Ayrton Senna (2014) divulga ainda que esse resultado das escolas públicas brasileiras ainda é menor que o das escolas privadas no ano de 2008. Comprovando assim que a escola pública ainda tem muito a melhorar.

Por isso o trabalho foi realizado com a construção de material pedagógico onde os alunos aprendem a construir com materiais alternativos auxiliando assim numa melhor compreensão do conteúdo de Geometria Molecular.

O uso de materiais alternativos é como a AS cita uma ótima forma de aproximar o conteúdo do cotidiano do aluno (MOREIRA, 2012), pois muitos desses materiais ele pode ter em casa, como é o caso dos palitos de dente, balões de borracha e dos alfinetes utilizados na confecção dos modelos moleculares.

A questão quatro era uma pergunta dedicada aos alunos que assinalaram a opção “Modelos pedagógicos construídos com materiais alternativos”, eles deveriam responder se o preço desses materiais era importante para que fossem utilizados em sala de aula. As respostas dos alunos sobre essa pergunta encontram-se no Gráfico 04.

Gráfico 04: Resposta dos alunos quanto à importância do preço dos materiais utilizados na construção dos modelos moleculares.



Como 40% dos alunos assinalaram a opção modelos pedagógicos no Gráfico 03, então 40% responderam essa pergunta, e os outros 60% haviam assinalado outras alternativas disponíveis na questão 03.

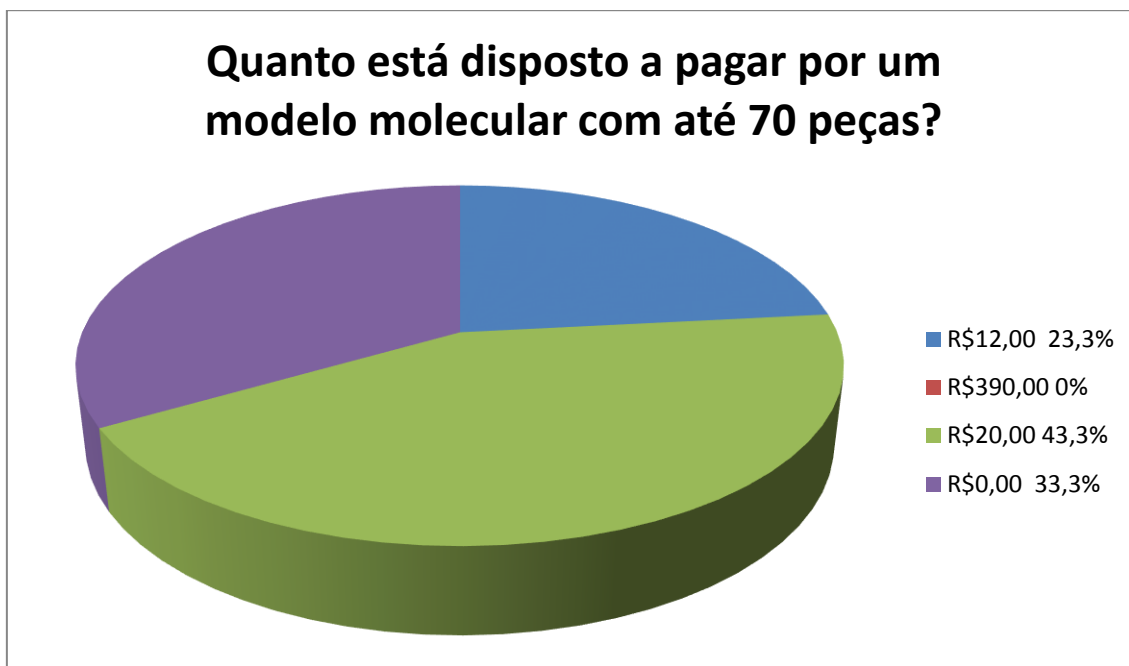
Conforme pode ser visto no Gráfico 04 todos os alunos que responderam essa questão afirmaram que é de suma importância que os materiais utilizados na confecção dos modelos moleculares sejam de baixo custo.

Morais (2007) informa que existem algumas vantagens em se utilizar modelos moleculares comerciais, como por exemplo, a precisão dos ângulos das moléculas, mas isso não quer dizer que o professor não possa construir seu próprio modelo e com materiais que os alunos possam conseguir com mais facilidade e sem gastar muito.

Algumas estratégias são o uso de modelos físicos para minimizar a dificuldade dos alunos (HUDDLE *et. al.* 2000). Mas como os modelos disponíveis no mercado possuem custo elevado foi utilizado materiais alternativos, assim o aluno consegue representar as moléculas com um modelo concreto visualizando-as em 3D e ainda utilizando materiais que estão presentes em seu cotidiano, como uma forma de aproximar o conteúdo da realidade do aluno como é citado por Ausubel (1968) na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Na quinta questão do questionário o aluno era indagado a marcar a alternativa que representava o valor no qual ele estava disposto a gastar na construção de um modelo molecular, as respostas podem ser conferidas no Gráfico 05.

Gráfico 05: Resposta dos alunos quanto ao preço que estaria disposto a pagar em um modelo molecular.



Como pode ser observado no Gráfico 05 nenhum dos alunos assinalou a opção “R\$390,00” essa opção corresponde ao valor do “kit molecular” disponível no *site 3B Scientific*. Em seguida observa-se que 43,3% prefere gastar até R\$20,00 para construir seu próprio modelo pedagógico, e que 23,3% preferem gastar até R\$12,00 na construção do modelo molecular, visto que esse valor (R\$12,00) foi o valor gasto para a obtenção de 77 (setenta e sete) peças do modelo molecular construído com materiais alternativos.

Houve ainda 33,3% que assinalaram a opção onde não gostariam de gastar nada na construção de seus próprios modelos, alguns desses alunos podem ser os que marcaram as opções “Utilização de *softwares*” ou “Desenhos” na pergunta referente ao Gráfico 03.

Os professores de Química podem construir seus próprios modelos para serem usados em suas aulas, isso é uma grande vantagem, pois podem adaptá-los da forma que quiserem em

relação ao número de peças necessárias, o contrário dos modelos comerciais que vem com peças limitadas e não possuem um custo acessível (MORAIS, 2007).

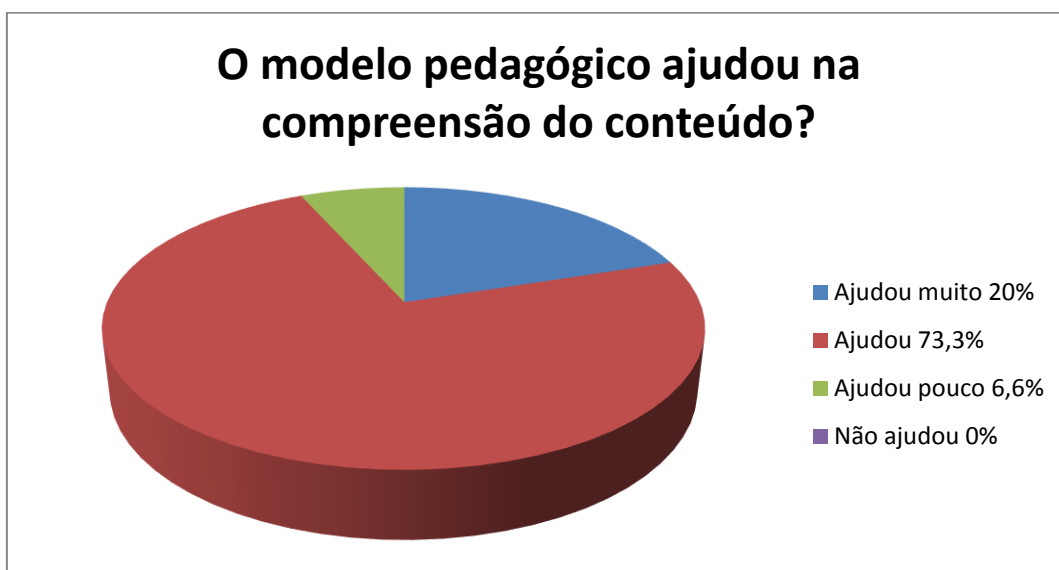
6.2 RESULTADOS OBTIDOS COM A SEGUNDA AULA

Na segunda aula sobre o conteúdo Geometria Molecular, mas com uma metodologia diferente da primeira aula, onde as moléculas eram mostradas em *slides* e os alunos aprenderam a construir seus próprios modelos pedagógicos utilizando palitos de dentes, bolinhas de isopor e alfinetes.

Ao final da segunda aula foi aplicado um questionário contendo seis questões com o intuito de avaliar a aprendizagem dos alunos e validar o modelo proposto.

A primeira pergunta desse segundo questionário era para descobrir se a utilização dos modelos moleculares construídos, a partir de materiais alternativos, ajudou na compreensão do conteúdo de Geometria Molecular a ser observado no Gráfico 06:

Gráfico 06: Resposta dos alunos quanto o modelo pedagógico ajudou na compreensão do conteúdo de Geometria Molecular



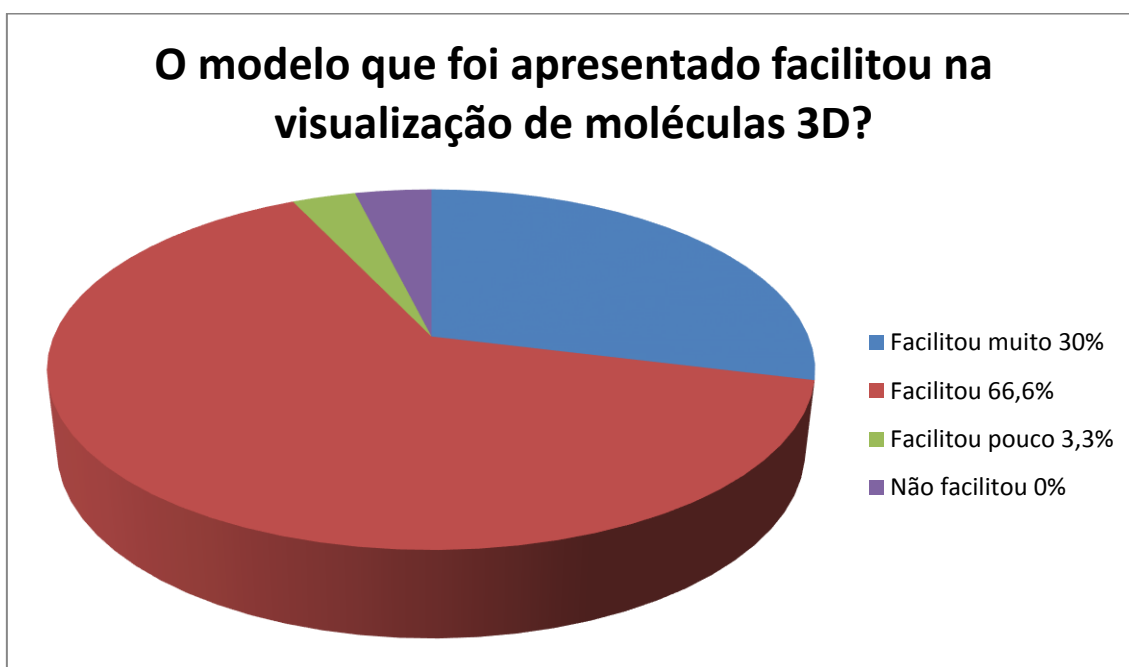
Ao serem questionados se o modelo pedagógico que aprenderam a construir durante a aula de Geometria Molecular ajudou na compreensão do conteúdo apenas 6,6% disseram que ajudou pouco na compreensão do conteúdo em relação a aula anterior, 73,3% afirmaram que sim o modelo ajudou numa melhor compreensão do que foi estudado e 20% afirmaram ter ajudado muito, nenhum dos alunos assinalaram a opção “Não ajudou”.

Somando aqueles alunos que marcaram “Ajudou muito” e “Ajudou” pode-se concluir que a maioria dos alunos sentiu uma melhora após aprenderem a construir o próprio modelo pedagógico, auxiliando assim em uma boa compreensão de Geometria Molecular portanto a utilização dessa metodologia diferenciada pode ter proporcionado uma aprendizagem significativa do conteúdo.

Para que o aluno possa ter uma aprendizagem significativa é preciso buscar novos métodos ou alternativas de ensino com recursos que possibilitem aos alunos criarem seus próprios conceitos e aprender de forma dinâmica (FILHO *et. al.* 2011).

A segunda pergunta do segundo questionário era se os alunos sentiram uma maior facilidade na visualização de moléculas em três dimensões com a utilização do modelo molecular proposto na segunda aula ministrada como mostra o Gráfico 07:

Gráfico 07: Resposta dos alunos se o modelo molecular facilitou a visualização de moléculas 3D.



Como pode ser visto no gráfico acima 66,6% dos alunos indicaram que a aula com a construção dos modelos pedagógicos construídos com materiais alternativos facilitou a visualização de moléculas tridimensionais, 30% afirmam que a utilização dos modelos facilitou muito.

Apenas 3,3% disseram que aprender a construir seu próprio modelo molecular e sua utilização na aula de Geometria Molecular facilitou pouco a visualização tridimensional das moléculas e nenhum dos alunos marcaram a alternativa que indicava que a utilização dos modelos propostos, não facilitavam a visualização 3D de moléculas.

Logo a partir dos dados do Gráfico 07 se pode concluir que a utilização de modelos moleculares facilita a visualização de moléculas 3D no conteúdo de Geometria Molecular. A utilização de modelos moleculares físicos que objetivam a visualização tridimensional das moléculas, não se restringe a apenas a determinar a forma geométrica das moléculas, esses modelos facilitam também o entendimento de assuntos como ligações químicas, polaridade, estequiometria etc. além de poder ser utilizados em bioquímica e biologia molecular (COSTA. *et. al.* 2016).

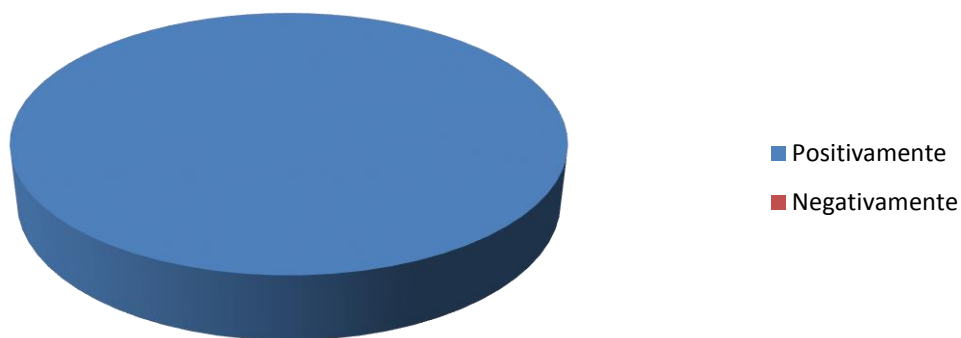
Logo a AS de forma representacional onde símbolos passam a determinar certos objetos ou eventos (MOREIRA, 2012) não se restringem apenas ao conteúdo de Geometria molecular, visto que a Química é repleta de símbolos, formas, moléculas etc. todas a fim de representar conceitos e teorias que até então o aluno considera como difícil de ser imaginado, ou visualizado como no caso das Geometrias moleculares.

Por isso a importância de se trabalhar com aprendizagens representacionais e concretas no conteúdo de Geometria Molecular, juntas elas facilitam a compreensão do aluno e proporcionam uma aprendizagem mais significativa.

A terceira pergunta do segundo questionário pedia que os alunos classificassem o modelo molecular positivamente ou negativamente em relação a sua Aprendizagem no conteúdo de Geometria Molecular, o que pode ser visto no Gráfico 08.

Gráfico 08: Resposta dos alunos se o modelo molecular influenciou em sua aprendizagem.

Esse modelo influenciou positivamente ou negativamente em sua aprendizagem do conteúdo de Geometria Molecular



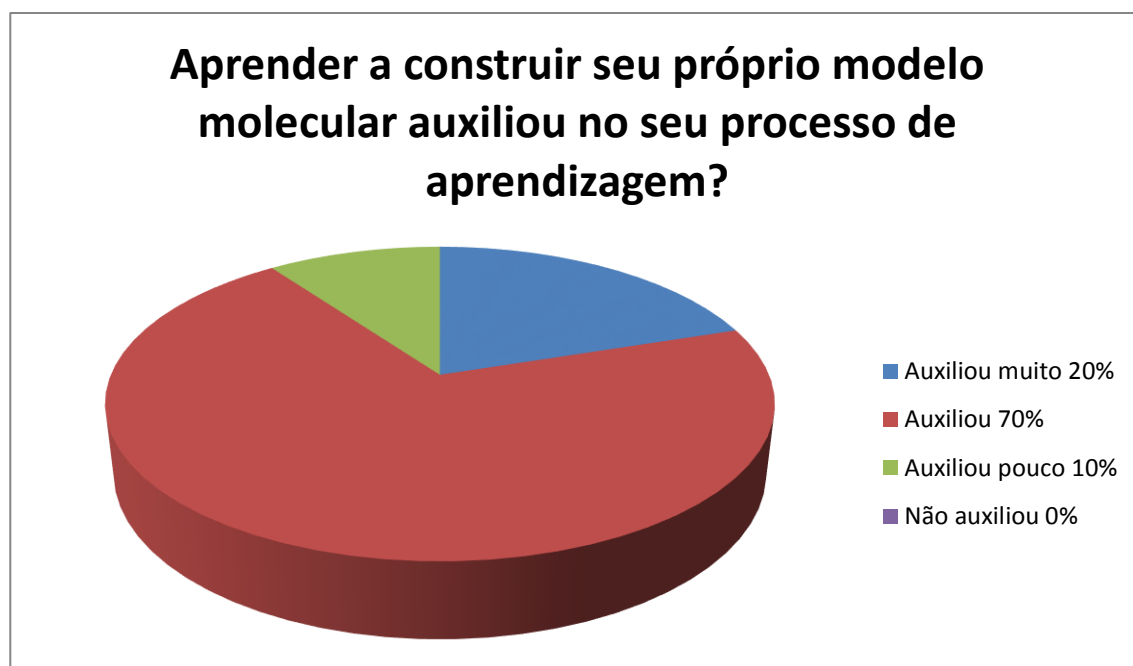
Ao serem questionados sobre como os alunos classificariam o modelo molecular em relação a sua aprendizagem no conteúdo de Geometria Molecular 100% de 30 (trinta) alunos afirmaram que os modelos que eles aprenderam a confeccionar com materiais alternativos na segunda aula ministrada sobre o conteúdo de Geometria Molecular influenciou positivamente em sua aprendizagem.

É preciso que os professores considerem que há diversas metodologias que permitem mostrar de diferentes maneiras o conteúdo visto pelos alunos, verificar-se o que ainda é possível fazer em relação às propostas de novas alternativas e aos apontamentos de novos rumos nos processos de ensino para que os alunos possam ter novas propostas de aprendizagem (RABER, 2015).

Considerando que na primeira aula os alunos indicaram que não tiveram uma boa compreensão do conteúdo, bastou-se mudar a ação metodológica utilizada que eles citam como o modelo foi importante numa melhor compreensão e conseqüentemente numa melhor aprendizagem, então se os professores diversificarem suas metodologias em sala de aula é possível obter uma melhor aprendizagem de seus alunos.

Na quarta questão do segundo questionário foi perguntado aos alunos se eles acharam importante terem aprendido a construir seu próprio modelo molecular e se isso os auxiliou no seu processo de Aprendizagem, as respostas podem ser vistas no Gráfico 09.

Gráfico 09: Resposta dos alunos se a construção do modelo molecular auxiliou na aprendizagem.



Como pode ser visto no gráfico acima 70% dos alunos disseram que auxiliou muito em sua aprendizagem aprender a construir seu próprio modelo molecular, 20% disseram que construir o modelo molecular com materiais alternativos auxiliou muito e apenas 10% afirmaram ter sentido pouco auxílio no processo de ensino aprendizagem com a construção do seu próprio modelo molecular, não houveram alunos que marcaram a opção em que diz que não sentiu nenhum auxílio com a produção do modelo molecular e a relação com sua aprendizagem.

Sendo portanto 90% de 30 (trinta) alunos sentiram que aprender a construir seu próprio modelo pedagógico a partir de materiais alternativos auxilia de alguma forma em seu processo de ensino aprendizagem.

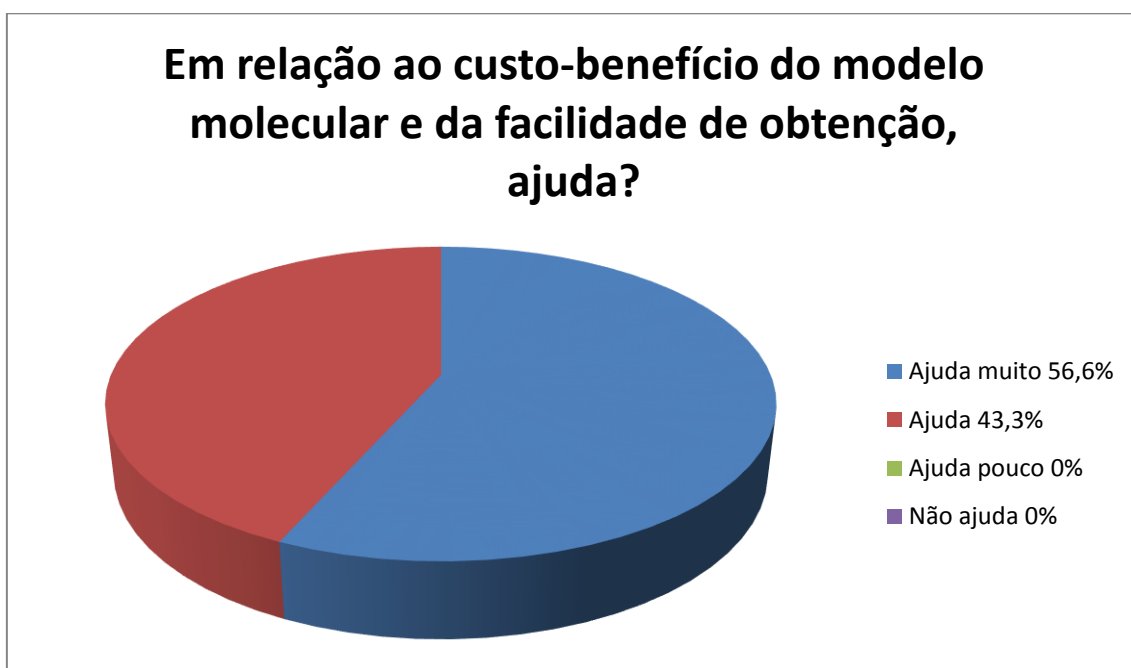
No mercado existem diversos kits de modelos comerciais disponíveis para compra, porém tem custo elevado, uma alternativa para alunos e professores é a construção destes com materiais de baixo custo, como insumos para artesanato e materiais recicláveis (COSTA, *et. al.* 2016).

Aprender a construir seu próprio modelo molecular é uma forma de aproximar o aluno do conteúdo que está sendo estudado, pois o aluno está construindo seu próprio conhecimento,

além de que quando se utiliza materiais alternativos ou recicláveis é uma forma de o aluno enxergar o conteúdo em seu cotidiano (PELIZZARI *et. al.* 2002).

A quinta questão do segundo questionário foi em relação ao custo-benefício na facilidade de obtenção do modelo proposto para os alunos, onde eles podiam classificar o quanto o preço auxilia na aquisição de um modelo molecular para se utilizar na disciplina de Química, as respostas dos alunos são mostradas no Gráfico 10.

Gráfico 10: Resposta dos alunos em relação ao custo- benefícios dos modelos moleculares.



De um total de 30 (trinta) alunos nenhum marcaram a alternativa “Não ajuda” ou “Ajuda pouco” concluindo assim que o preço influencia bastante na hora de adquirir um modelo pedagógico que seria utilizado para as aulas de Química, 56,6% afirmaram ajudar muito na hora de obter um modelo molecular para ser utilizado durante as aulas e 43,3% disseram que a relação custo-benefício ajuda na obtenção de um modelo para auxiliar nas aulas de Geometria Molecular.

Como cita Farias *et. al* (2014) onde a relação custo-benefício de modelos moleculares construídos a partir de materiais alternativos é uma ótima opção tanto para escolas quanto para alunos que não possuem recursos suficientes para comprá-los.

A sexta e última pergunta do segundo questionário indagava aos alunos as dificuldades sentidas na utilização do modelo molecular proposto durante a aula, nesta pergunta os alunos

eram orientados a respondê-la apenas se tivessem sentido dificuldade, essa questão era discursiva e os alunos teriam que descrever suas dificuldades tanto na confecção quanto na utilização dos modelos moleculares, como pode ser vista nas respostas dos alunos.

- Aluno 01: “Senti dificuldade em fazer a disposição dos elétrons”;
- Aluno 02: “Me confundo ainda em descobrir o átomo central”;
- Aluno 03: “Não consigo lembrar o nome da geometria”;
- Aluno 04: “Compreender os modelos moleculares”;
- Aluno 05: “Sinto dificuldade no formato das estruturas”;
- Aluno 06: “Não consigo dizer o número de ligações”;
- Aluno 07: “Entender a TRPECV”;
- Aluno 08: “Não houve é fácil de fazer e de montar!”.

63,3% dos alunos não responderam essa pergunta no questionário, indicando portanto que não sentiram dificuldade na utilização do modelo molecular.

Todas as respostas dos alunos indicam dificuldades relacionadas ao conteúdo de Química e não particularmente ao modelo molecular que os alunos aprenderam a confeccionar durante a aula.

Ainda sobre a última pergunta do questionário 02, temos um dos estudantes afirmando sentirem dificuldade nos formatos da estrutura, o que pode ser considerado dois fatores, primeiro o aluno realmente sentiu dificuldade em manusear o modelo molecular construído a partir de materiais alternativos e segundo uma dificuldade que permeia desde o Ensino Fundamental no ensino de Matemática em relação as formas geométricas e que perpetua até o presente momento.

E ainda teve uma resposta que não era esperada, onde um dos diz que não houve dificuldade, que o modelo era fácil de montar e manusear, essa resposta não era esperada, pois, apenas as dificuldades em relação ao modelo deveriam ser citadas.

A seguir são mostradas algumas imagens registradas durante as aulas ministradas. A Figura 08 mostra os alunos respondendo o primeiro questionário proposto na primeira aula, onde as moléculas foram mostradas apenas no quadro e não houve uso do modelo molecular.

Figura 08: Alunos Respondendo o Questionário na Primeira Aula



Fonte: Autora

Na Figura 09, mostra dois alunos aprendendo a construir os modelos moleculares na segunda aula.

Figura 09: Alunos Aprendendo a Construir o Modelo Molecular



Fonte: Autora

Na figura 10 observa-se uma aluna segurando uma molécula que ela construiu usando os materiais alternativos (bolinhas de isopor, palitos de dente e alfinetes) para a construção dos modelos moleculares propostos.

Figura 10: Aluna com Geometria Construída com o Modelo Molecular



Fonte: Autora

A Figura 11 mostra os alunos respondendo o segundo questionário proposto durante a segunda aula ministrada já com o uso dos materiais alternativos para que eles pudessem utilizá-los na confecção das moléculas.

Figura 11: Alunos Respondendo Questionário na Segunda Aula



Fonte: Autora

Ao fim de cada aula foi aplicada uma atividade proposta (Disponível no Apêndice 9.2) que pedia para os alunos determinarem as geometrias moleculares de algumas moléculas, na primeira aula eles teriam que determinar com base no conteúdo ministrado e sem nenhuma fonte de pesquisa ou auxílio, na segunda aula eles estariam utilizando os modelos moleculares confeccionados com materiais alternativos para auxiliarem na resolução. A quantidade de acertos dos 30 alunos pode ser vistos na Tabela 03.

Tabela 03: Quantidade de acertos da atividade proposta.

Atividade Proposta		
Itens	Acertos da Primeira Aula	Acertos da Segunda Aula
BeCl_2	30	30
SO_2	10	20
BF_3	20	28
H_2O	30	30

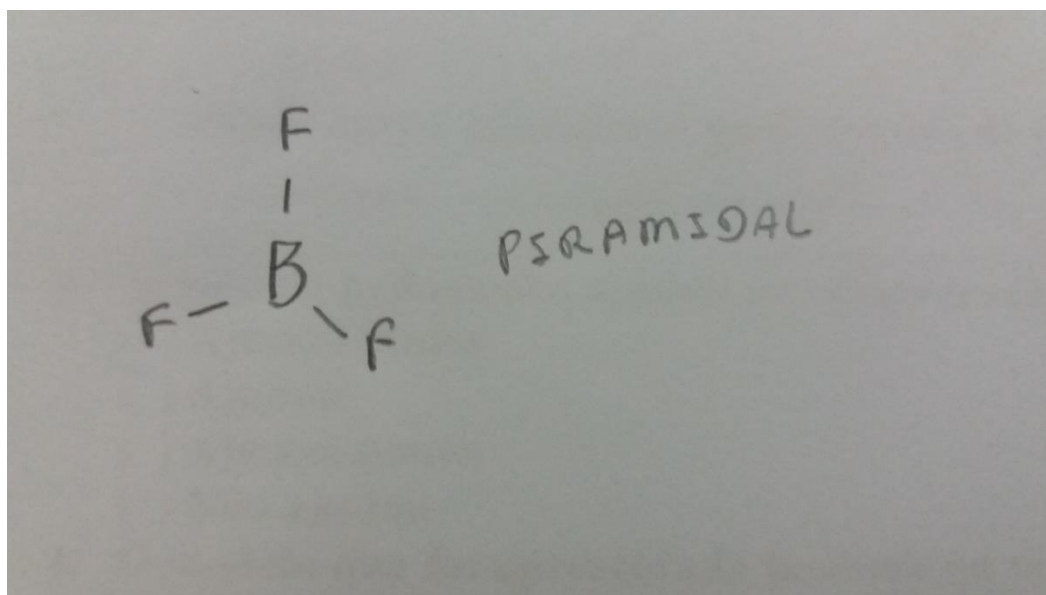
CF ₄	15	27
Total	105	135

Comparando-se os resultados obtidos na resolução das questões da primeira aula sem nenhum auxílio com as resoluções da segunda aula com o auxílio dos modelos moleculares é possível observar uma melhora no número de acertos das questões propostas.

Enquanto na primeira aula 70% dos alunos obtiveram acertos, na segunda aula 90% dos alunos acertaram as geometrias propostas na atividade.

Veja algumas figuras das resoluções dos alunos:

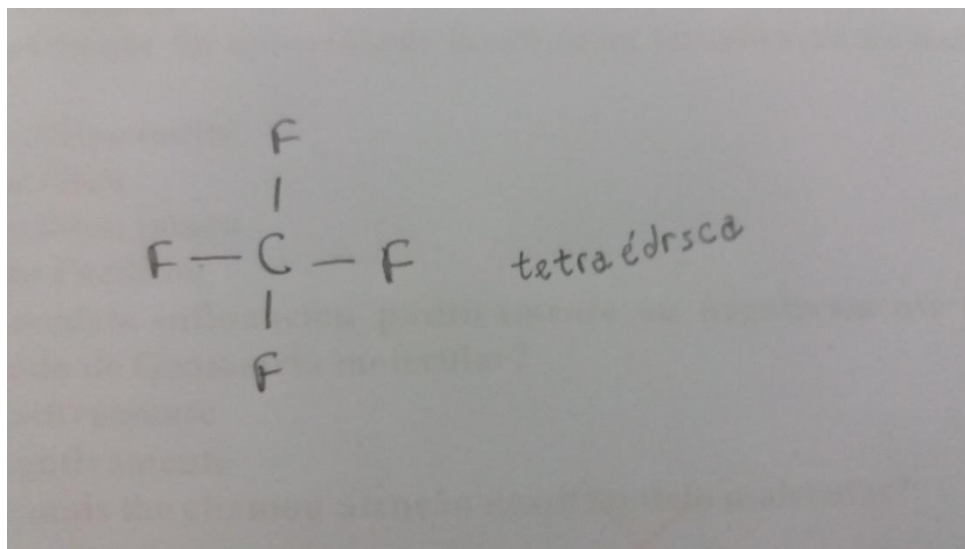
Figura 12: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de BF₃ na primeira aula.



Fonte: Autora

Percebe-se que o aluno desenhou a molécula corretamente, mas na descrição da geometria houve um erro, pois a geometria é trigonal plana e não piramidal já que ela não possui elétrons livres.

Figura 13: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de CF₄ na primeira aula.

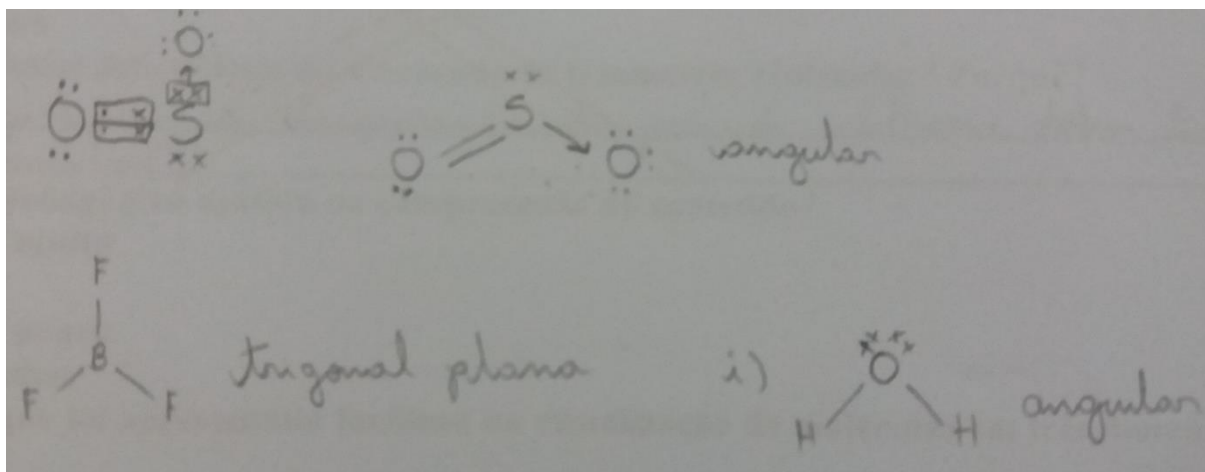


Fonte: Autora

Nesta resolução o aluno nomeou a geometria da molécula corretamente, mas a desenhou sem representar as ligações em 3D, representando como se a molécula fosse plana e com distâncias iguais entre as ligações.

Na Figura 14 pode ser observado um acerto tanto na representação em desenhos como na descrição da Geometria Molecular de cada composto.

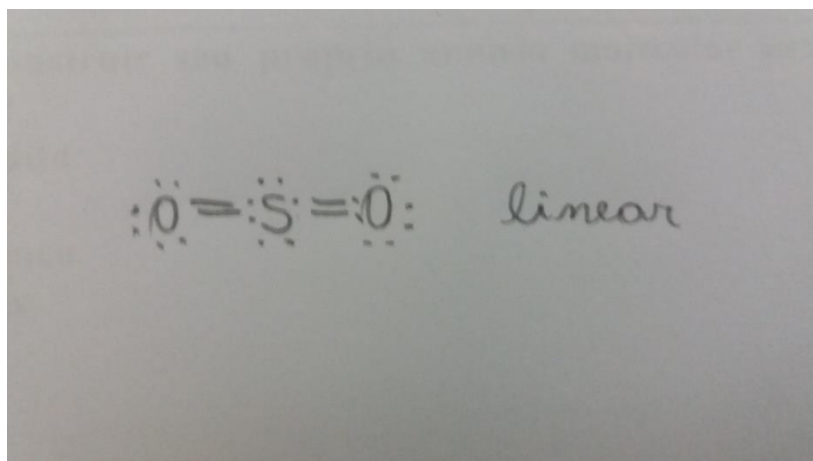
Figura 14: Transcrição de um estudante correta de algumas moléculas na segunda aula.



Fonte: Autora

No geral a molécula que mais houve erros foi a molécula SO_2 . Os erros mais recorrentes dos alunos foram os desenhos e as classificações dos alunos como uma molécula linear, como mostra a Figura 15.

Figura 15: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de SO_2 na primeira aula



Fonte: Autora

Visto que o número de respostas corretas melhorou na segunda aula com a utilização dos modelos moleculares construídos com materiais alternativos em relação a primeira aula que não houve nenhuma ajuda de pesquisa ou utilização de modelos moleculares, pode-se observar que a aprendizagem dos alunos melhorou significativamente com a utilização de modelos pedagógicos que auxiliam na visualização tridimensional das moléculas no conteúdo de Geometria Molecular na disciplina de Química.

7. CONCLUSÕES

Os resultados analisados indicam que os alunos sentem dificuldade em Geometria Molecular e que boa parte dessa dificuldade é atrelada ao fato da dificuldade sentida em visualizar as moléculas em três dimensões que são mostradas nos livros.

Para que essa dificuldade seja amenizada os alunos acham importante a utilização de novas metodologias de ensino que facilitem a melhor visualização dessas moléculas, para isso eles classificam como opções o uso de *softwares* ou modelos moleculares.

Portanto foi escolhida a utilização dos modelos moleculares por permitir uma maior liberdade ao aluno de construir seu próprio conhecimento sem nenhum empecilho como o caso de falta de computadores na escola, internet de baixa qualidade ou licença para aquisição do *software* caso ele não fosse livre.

O uso do modelo molecular na segunda aula facilitou o entendimento do conteúdo proporcionando uma melhor visualização das moléculas em 3D, influenciando positivamente na aprendizagem do conteúdo de Geometria Molecular.

Os resultados obtidos indicam ainda que o aluno aprender a construir seu próprio modelo molecular auxilia na aprendizagem do aluno, onde assim ele estaria construindo seu próprio instrumento de estudo e conhecimento, como o material é de baixo custo os dados apontam que isso ajuda muito na relação custo – benefício do modelo proposto, visto que a utilização dele não se restringe apenas ao uso no conteúdo de Geometria Molecular, mas também em outras áreas da Química.

Em relação a análise das resoluções das atividades propostas pode-se concluir que a aprendizagem dos alunos foi satisfatória visto que o número de acertos na segunda aula em que os alunos utilizavam os modelos moleculares construídos com materiais alternativos foram maiores do que na primeira aula onde não houve a utilização de modelos moleculares e a aula foi ministrada apenas com uma metodologia tradicional.

Portanto pode-se dizer com base nos dados que os alunos obtiveram uma aprendizagem significativa do conteúdo de Geometria Molecular, devido a uma metodologia que permite que o aluno construa seu próprio conhecimento, aproximando-o assim da sua realidade e permitindo uma melhor compreensão do que lhe é ensinado.

Cabe então aos educadores procurarem formas de tornar o ensino atraente e despertar o interesse dos alunos por essa disciplina que encanta e fascina.

8. REFERÊNCIAS

ACÁCIO, R.S.*et. al.* **Geometria Molecular: Dinamizando o Ensino de Química Através da Construção de Modelos Moleculares.** Disponível em:<<http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/3929-17982.html>>. Acesso em out. 2016.

ALMEIDA, A. C. SILVA, N. C. CARVALHO, W. C. **Utilização de Modelos Moleculares Versáteis de Baixo Custo na Representação Tridimensional das Cadeias Carbônicas.** 2010. Disponível em:< <http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0956-1.pdf>>. Acesso em dez. 2015.

ALMEIDA, A. L. LOPES, N. I. **INFORMÁTICA NAS ESCOLAS.** 2013. Disponível em:<<http://catolicadeanapolis.edu.br/revmagistro/wp-content/uploads/2013/05/3-INFORM%C3%81TICA-NAS-ESCOLAS.pdf>>. Acesso em 17 de jun. 2016.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view.** New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BAPTISTA, M. M. **Desenvolvimento e Utilização de Animações em 3D no Ensino de Química.** UNICAMP. Campinas- SP 2013. Disponível em:<<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/770596/br-c1.htm>>. Acesso em jan. 2017.

BARBOSA, A. R. JESUS, J. A. **A Utilização De Materiais Alternativos Em Experimentos Práticos De Química E Sua Relação Com O Cotidiano.** 2009. Disponível em:<<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T77.pdf>>. Acesso em dez. 2015.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Química. Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROWN, T. LEMAY, H. E. BURSTEN, B. E. **Química a Ciência Central.** 9º ed. Editora Pearson. 2005.

BURNS. **História da Civilização Ocidental**. 2010. Disponível em:<<https://cesarmangolin.files.wordpress.com/2010/02/burns-historia-da-civilizacao-ocidental-vol1.pdf>>. Acesso em mar. 2016.

CASTAÑO, J. *Bases neurobiológicas del lenguaje y sus alteraciones*. **Revista Neurol**. Buenos Aires: Argentina, 36 (8): 781-785, 2003.

CHASSOT, A. *Alfabetização Científica: Questões e Desafios Para a Educação*. 4ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

COHEN, L.; MANION, L. **Research methods in education**. 4. ed. New York: Routledge, 1994.

COLL, C. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. 2ª impressão. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

COSTA, F. G. M. *et. al*. **Modelos Moleculares Físicos e Virtuais no Ensino de Química**. UNILAB 2016. Disponível em:<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:waNEw30JlsAJ:semanauniversitaria.unilab.edu.br/gerenciar/download.php%3Farquivo%3D../submissao/trabalhos/d225eaebe18d871c03d7dd14045d502.pdf%26novoNome%3D887_MODELOS_MOLECULARES_FISICOS_E_VIRTUAIS_NO_ENSINO_DE_QUIMICA+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em fev. 2017.

CREPPE, C. H. **Ensino de Química Orgânica para Deficientes Visuais Empregando Modelo Molecular**. 2009. Disponível em:<http://www2.unigranrio.br/unidades_adm/pro_reitorias/propep/strictodissertacao_carlos_henrique_creppe.pdf>. Acesso em abr. 2016.

DOLCE, O.POMPEU, J. N. **Geometria Espacial Posição e Métrica**. Fundamentos de Matemática Elementar. 5º ed. Editora Atual. 1985.

DAMASCENO, H. C., BRITO, M. S., WARTHA, E. J. **As representações mentais e a simbologia Química**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba. Anais do XIV ENEQ. Curitiba: ENEQ, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0623-1.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

DUARTE, R. S. A. *et. al*. **O Ensino de Química: as dificuldades de aprendizagem dos estudantes da rede estadual do município de Maracanaú-Ce**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO

DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 10, 29-31 jul. 2010. Natal, RN. Anais eletrônicos... Disponível em: < <http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/102-7700.htm> >. Acesso em: 04 dez. 2015.

EBENEZER, J.V. (1992). Making chemistry learning more meaningful. **Journal of Chemical Education**, 69(6), 464-467, 1992.

ENGEL, G.I. Pesquisa Ação. **Educar**. Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000. Editora da UFPR.

FARIAS, F. M. C. *et. al.* **Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio**. 2014. Disponível em:<<http://rvq.s bq.org.br/index.php/rvq/article/download/888/498> >. Acesso em jan. 2016.

FIALHO, N. N. **Os Jogos Pedagógicos como Ferramentas de Ensino**. 2008. Disponível em:< http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf>. Acesso em dez. 2015.

FILHO, F. S. L. *et. al.* **A Importância do uso de Recursos Didáticos Alternativos no Ensino de Química: Uma Abordagem Sobre Novas Metodologias** . 2011. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/conbras1/a%20importancia.pdf>>. Acesso em jan. 2016.

FOGAÇA, J. R. V. Determinação da geometria das moléculas. **Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/determinacao-geometria-das-moleculas.htm>>. Acesso em maio de 2016.

FONSECA, M. G. **O Desenvolvimento de Competência em Química no Ensino Médio: Uma Unidade de Aprendizagem em Ação**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2011. Disponível em:< <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3016/1/000432304-Texto%2BCompleto-0.pdf>>. Acesso em jan.2017.

FRANÇA, M. C. *et. al.* **Recurso Didático Alternativo para Aula de Eletroquímica**. 2012. Disponível em:<<http://www.santoangelo.uri.br/ciecitec/anaisciecitec/2012/resumos/REL>>. Acesso em jan. De 2016.

FRANCISCO, C. A. QUEIROZ, S. L. **Aprendizagem Significativa e Ensino de Química: uma Análise a partir de Eventos da Área de Educação em Química no Brasil**. 2007.

Disponível em:< <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p86.pdf>>. Acesso em fev. 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo. Editora Paz e Terra. 1996.

Instituto Ayrton Senna. Senso 2014. Disponível em:< http://www.institutoayrtonsenna.org.br/wp-content/uploads/2015/08/Ayrton_Senna_Institute_2014_Annual_Results_Report.pdf>. Acesso em Jul. 2017.

Instituto Estadual Rui Barbosa. **Química Nota 10.** 2012. Disponível em:<<http://quimicaruibarbosa.blogspot.com.br/2012/04/conceito-de-mol.html>>. Acesso em mar. 2016.

HOPKINS, D. **A teachers guide to classroom research**. Buckingham: OUP, 1993.

HUDDLE, P. A. WHITE, M. D. ROGERS, F. Using Teacher Model to Correct know Misconception in Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, **77**, **104 – 110**. 2000.

JOHNSTONE, A.H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, nº 70, 701-704, 1993.

KETELE, J.; ROEGIERS, X. **Méthologie du recueil d'informations: fondements de méthodes d'observation de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents**. 2. ed. Bruxelles: De Boeck Universisté, 1993.

KRAPP, A. et. al. **Forschungs-Wörterbuch. Grundbegriffe**. Lektüre wissenschaftlicher texte. München: Urban & Schwarzenberg, 1982.

MELO, R. M, NETO, E. G. L. **Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química**. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf>. Acesso em jan. 2016.

MORAIS, C. M. V. **Recurso Multimédia “Moleculito”: Exemplo de construção e avaliação no Ensino Básico**. Universidade do Porto. 2007. Disponível em:< http://www.fc.up.pt/fcup/contactos/teses/t_050370176.pdf>. Acesso em fev.2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo, Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. **O que é a final aprendizagem significativa?** *Quriculum, La Laguna*, v. 25, p. 29-56, 2012.

MOURA, J. A. S. CARDOSO, A. LAMOUNIER, E. **A Realidade Virtual como uma ferramenta para o ensino da Geometria Molecular.** 2009. Disponível em:<<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2009/0012.pdf>>. Acesso em jan. 2016.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender.** Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 212p. 1996.

NOVAK, J.D. Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. **Journal of Chemical Education**, 61(7), 607-612, 1984.

NOVAK, J.D. & GOWIN, D.B. **Learning how to learn.** Cambridge: Cambridge University Press., 1984.

NUTTI, J.Z. **Distúrbios, transtornos, dificuldades e problemas de aprendizagem: algumas definições e teorias explicativas.** São Carlos, SP, 2002.

PELIZZARI, A. *et. al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, nº1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PEREIRA, A. *et. al.* **Uso de Materiais Alternativos em Aulas Experimentais de Química.** 2013. Disponível em:<<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/14/3127-16955.html>>. Acesso em jan. 2016.

PONTES, A. N. O Ensino de Química No Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, **Anais...** Belém: UEPa, 2008.

RABER, D. A. **Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: Uma Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Energia e Ligações Químicas.** Caxias Do Sul, RS Agosto 2015. Disponível em:<<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/986/Dissertacao%20Daniel%20de%20Almeida%20Raber.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em fev.2017.

RAUPP, D. *et. al.* Uso de Um Software de Construção de Modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica: Um Estudo de Caso Baseado na Teoria de Mediação Cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 9 N° 1 18-34. 2010. Disponível em:<http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2_VOL9_N1.pdf>. Acesso em 16 de mai. 2016.

ROCHA, F. E. L. **Avaliação da aprendizagem: uma abordagem qualitativa baseada em mapas conceituais, ontologias e algoritmos genéticos.** 2007. 181 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2007.

SEBATA, C. R. **Aprendendo a Imaginar Moléculas: Uma Proposta para o Ensino de Geometria Molecular**. 2006. Disponível em:<<http://repositorio.unb.br/handle/10482/6442>>. Acesso em nov. 2015.

SILVA, M. A. S. *et. al.* **Utilização de Recursos Didáticos no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais em turmas de 8º e 9º anos de uma Escola Pública de Teresina no**

Piauí. 2012. VII CONNEPI. Palmas-To. Disponível em:<<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3849/2734>>. Acesso em jun. 2016.

TOLENTINO, M. FILHO, R. C. R. O Átomo e a Tecnologia. **Química Nova na Escola**. Nº 3. Maio 1996. Disponível em:<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/quimsoc.pdf>>. Acesso em dez. 2016.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Universidade de Murdoch. **Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez.** 2005. Disponível em:<<http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/fetch/81004715/pesquisa%20a%C3%A7%C3%A3o%20metodologia.pdf>>. Acesso em abr. 2017.

UNESCO. **Computador nas Escolas: Uma Dura Realidade das Escolas**. 2008. Disponível em:<<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001585/158527por.pdf>>. Acesso em fev.2017.

UNESP. **Formação Docente. Evolução Histórica da Química**. São Paulo 2011. Disponível em:<http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/40346/6/2ed_qui_m1d1.pdf>. Acesso em dez. 2015.

WARTA, E. J.; RESENDE, D. B. Os Níveis de Representação no Ensino de Química e as Categorias da Semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências – V16(2)**, pp. 275-290, 2011. Disponível em:<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID264/v16_n2_a2011.pdf>.

9. APÊNDICE

9.1 QUESTIONÁRIO 01

01.Em relação ao conteúdo de Geometria Molecular qual seu nível de dificuldade?

☐ Muito

☐ Regular

☐ Pouco

☐ Nenhuma

02.Qual sua maior dificuldade no conteúdo de Geometria Molecular?

☐ Visualizar as formas geométricas em três dimensões

☐ Definir o átomo central e os átomos ligantes

☐ Definir os ângulos

☐ Quantidades de elétrons livres

☐ Outros _____

03.Uma maneira de melhorar a visualização das moléculas em três dimensões seria:

☐ Modelos pedagógicos construídos com materiais alternativos

☐ Utilização de Softwares

☐ Desenhos

04. Se você marcou a opção “Modelos pedagógicos construídos com materiais de baixo custo,” responda: É importante que esses materiais sejam de baixo custo?

☐ Sim

☐ Não

05. Quanto você está disposto a pagar por um modelo molecular de até 70 peças?

☐ R\$12,00

☐ R\$390,00

☐ até R\$20,00

☐ Nenhum dos valores acima

9.2 ATIVIDADE PROPOSTA

01. Determine a Geometria Molecular dos seguintes compostos com base na Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (TRPECV);

Dados (Z): H: 1; Be: 4; Cl: 17; S: 16; B: 5; F: 9; C: 6; O: 8.

a) BeCl_2

b) SO_2

c) BF_3

d) H_2O

e) CF_4

9.3 QUESTIONÁRIO 02

01.O modelo pedagógico ajudou na compreensão do conteúdo?

- ☐ Ajudou muito
- ☐ Ajudou
- ☐ Ajudou pouco
- ☐ Não ajudou

02. O modelo que foi apresentado facilitou na visualização de moléculas em três dimensões (3D)?

- ☐ Facilitou muito
- ☐ Facilitou
- ☐ Facilitou pouco
- ☐ Não Facilitou

03. Esse modelo influenciou positivamente ou negativamente em sua aprendizagem do conteúdo de Geometria molecular?

☐ Positivamente

☐ Negativamente

04. Aprender a construir seu próprio modelo molecular auxiliou no seu processo de aprendizagem?

☐ Auxiliou muito

☐ Auxiliou

☐ Auxiliou pouco

☐ Não auxiliou

05. Em relação ao custo-benefício do modelo molecular e da facilidade de obtenção, ajuda?

☐ Ajuda muito

☐ Ajuda

☐ Ajuda pouco

☐ Não ajuda

06. Qual foi sua dificuldade em relação a esse modelo molecular?

9.4 PLANO DE AULA 01

IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Química	Área: Geral	Assunto: Geometria Molecular
------------------------	----------------	---------------------------------

Data: 14/06/2016	Horário: 08h00min às 10h00min	Professora: Malena Martins
---------------------	----------------------------------	-------------------------------

PLANO

Objetivos:	Conteúdo Programático:	Recursos:
• Conhecer a TRPECV;	• Conceito da TRPECV;	• Quadro branco;

• Perceber as formas geométricas que as moléculas tendem a formar; • Identificar Geometrias com base na TRPECV; • Visualizar as moléculas em 3D.	• Conceito de Geometria Molecular; • Repulsão dos pares de elétrons; • Tipos de Geometria molecular.	• Pincéis (preto, vermelho e azul); • Apagador.
--	--	--

PROCEDIMENTOS

Introdução:	Desenvolvimento:	Conclusão:
Conceitos da TRPECV; Tipos de Geometrias Moleculares e seus respectivos ângulos.	Mostrar a diferença entre os tipos de Geometrias e suas formas em três dimensões.	Aplicação do Questionário 01 e de uma atividade.

AValiação

Participação do aluno e resolução do exercício proposto, com base na aula ministrada.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN; LEMAY; BURSTEN. *Química: A Ciência Central*. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- FELTRE, R., *Química: Química- Geral* – Vol. 1. 6º ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- PERUZZO, F., CANTO, E. L. *Química: Química na abordagem do cotidiano* – Vol. 2. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

9.5 PLANO DE AULA 02

IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Química	Área: Geral	Assunto: Geometria Molecular
------------------------	----------------	---------------------------------

Data: 21/06/2016	Horário: 08h00min às 10h00min	Professora: Malena Martins
---------------------	----------------------------------	-------------------------------

PLANO

Objetivos:	Conteúdo Programático:	Recursos:
• Conhecer a TRPECV; • Perceber as formas geométricas que as moléculas tendem a formar; • Identificar Geometrias com base na TRPECV; • Visualizar as moléculas em 3D; • Aprender a construir seu próprio modelo molecular.	• Conceito da TRPECV; • Conceito de Geometria Molecular; • Repulsão dos pares de elétrons; • Tipos de Geometria molecular.	• Quadro branco; • Pincéis (preto, vermelho e azul); • Apagador; • Notebook; • Projetor; • Materiais alternativos (bolinhas de isopor, palitos de dente e alfinetes).

PROCEDIMENTOS

Introdução:	Desenvolvimento:	Conclusão:
Conceitos da TRPECV; Tipos de Geometrias Moleculares e seus respectivos ângulos.	Mostrar a diferença entre os tipos de Geometrias e suas formas em três dimensões ensinando os alunos a construírem seu próprio modelo molecular com materiais alternativos.	Aplicação do Questionário 02 e de uma atividade.

AVALIAÇÃO

Participação do aluno na construção do modelo molecular e na resolução do exercício proposto, com base na aula ministrada.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN; LEMAY; BURSTEN. *Química: A Ciência Central*. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

- FELTRE, R., *Química: Química- Geral* – Vol. 1. 6º ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- PERUZZO, F., CANTO, E. L. *Química: Química na abordagem do cotidiano* – Vol. 2. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.