



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**DANIEL DE MESQUITA BASTOS**

**O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE GEOMETRIA  
MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B327u Bastos, Daniel de Mesquita.  
O uso de objetos de aprendizagem no estudo de geometria molecular no ensino médio. /  
Daniel de Mesquita Bastos. – 2016.  
50 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2016.

Orientação: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes.

1. Ensino de Química. 2. Objeto de aprendizagem. 3. Software Avogadro. 4. Química  
Geral. I. Título.

CDD 540

---

DANIEL DE MESQUITA BASTOS

O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE GEOMETRIA  
MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química  
Orientadora: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes.

FORTALEZA

2016

DANIEL DE MESQUITA BASTOS

O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE GEOMETRIA  
MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química

Orientadora: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes

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

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Nágila Maria Pontes Silva Ricardo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Marcos Reinaldo da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.  
Aos meus Pais, Pedro e Nara.  
A minha noiva, Gabriella.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar esta vitória.

Aos meus pais que me deram forças nos momentos de dúvidas e incertezas.

A Universidade e seu corpo docente, por toda orientação e amizades que fiz durante estes anos. Agradeço também a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Doutor Ubirajara Índio do Ceará, por permitir a realização deste trabalho. Ao professor Glauber por disponibilizar suas aulas para a resolução dos questionários, pela supervisão do estudo e aos alunos das turmas por participarem da pesquisa.

À professora Selma Mazzetto por todo ensinamento durante das disciplinas as quais lecionou. À professora Nagila Ricardo por participar desta banca. À Dr<sup>a</sup> Solange Quintella pelo acompanhamento da disciplina e conselhos.

À minha orientadora Professora Fatima Nunes pela assistência, direcionamento e suporte no decorrer da monografia.

Ao Dr. Marcos Reinaldo pela amizade, conselhos e por aceitar participar da banca.

À minha amiga Camila, por toda ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

E por último, mas não menos importante, a minha noiva Gabriella, que estás sempre a me amparar, compreender e aconselhar, por ser meu exemplo de dedicação e meu porto seguro durante estes anos e, assim, o será pelos próximos.

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo a utilização de objetos de aprendizagem em turmas do ensino médio para melhorar o desempenho no processo de ensino e aprendizagem. O trabalho foi desenvolvido com discentes da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Doutor Ubirajara Índio do Ceará, através da realização de uma aula abordando os conceitos de estrutura de Lewis, arranjo espacial, geometria molecular e polaridade auxiliada por três tipos de objetos de aprendizagem: modelos confeccionados a partir de balões e miçangas e o *software Avogadro*. Como estratégia, ministrou-se uma aula expositiva dialogada para auxiliar na construção dos conceitos expostos. A avaliação consistiu em comparar os questionários aplicados antes e após a aula. De acordo com os resultados dos questionários pode-se concluir que a metodologia aplicada, na qual o discente participa de forma ativa, atrai o estudante, eleva o nível de compreensão do assunto e, ainda, contribui para afastar os preconceitos sobre a Química.

Palavras chaves: Ensino de Química. Objeto de aprendizagem. Software Avogadro. Química Geral.

## Abstract

This work aims to use learning objects in high school classes to improve performance in the process of teaching and learning. The study was conducted with students of the 2nd high school series of the Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Doutor Ubirajara Índio do Ceará, by conducting a lecture addressing the concepts of Lewis structure, spatial arrangement, molecular geometry and aided polarity in three types of learning objects: models made from balloons and beads and the Avogadro software. As a strategy, we gave a dialogued lecture to help build the exposed concepts. The evaluation consisted of comparing the questionnaires applied before and after class. According to the results of the questionnaires it can be concluded that the methodology applied, in which the student participates, actively attracts students, raises the level of understanding and also helps to dispel prejudice about chemistry.

Key words: Chemistry Teaching. Learning object. Avogadro software. General chemistry.

## LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico1: Distribuição relativo a sexo dos estudantes participantes .....	30
Gráfico 2. Distribuição dos alunos em relação a Idade.....	30
Gráfico 3. Possui acesso à Internet na residência.....	31
Gráfico 4. Tecnologias para acesso à Internet.....	32
Gráfico 5. Estrutura de Lewis.....	33
Gráfico 6. Uso de modelos em aulas de Química.....	35
Gráfico 7. Balões como auxílio na visualização do domínio de pares de elétrons.....	35
Gráfico 8. Geometrias e polaridades das moléculas.....	37
Tabela 1. Prioridade no acesso à internet.....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de Lewis para metano, a amônia e o dióxido de carbono ....	18
Figura 2. Tipos de geometrias de elétrons e moleculares.....	20
Figura 3: Tipos de geometrias de elétrons e moleculares, continuação.....	21
Figura 4: Foto da Escola Doutor Ubirajara Índio Do Ceará.....	24
Figura 5: Bolas de isopor, contas de bijuterias e palitos.....	25
Figura 6: Modelos moleculares.....	25
Figura 7: Modelo de balões.....	26
Figura 8: <i>Software</i> Avogadro.....	26
Figura 9: <i>Software</i> Avogadro (tela de trabalho) .....	27
Figura 10: Capa da apresentação da aula ministrada.....	43
Figura 11: Geometria molecular.....	43
Figura 12: Estrutura de Lewis.....	44
Figura 13: Regra do octeto.....	44
Figura 14: Exceções à regra do octeto.....	45
Figura 15. Exceções à regra do octeto, continuação I.....	45
Figura 16: Exceções à regra do octeto, continuação II.....	46
Figura 17: Teoria da RPECV.....	46
Figura 18: Domínios pares eletrônicos.....	47
Figura 19: Domínio pares eletrônicos, continuação I.....	47
Figura 20: Domínio pares eletrônicos, continuação II.....	48

Figura 21: Polaridade da molécula.....	48
Figura 22: Polaridade da molécula, continuação.....	49

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REFERENCIAIS TEÓRICOS</b> .....	13
2.1 Ensino da Química .....	13
2.2 Ensino de Química e Objetos de Aprendizagem .....	14
2.3 Estrutura e Geometria .....	17
2.3.1 Estrutura de Lewis .....	17
2.3.2 Geometria Espacial .....	18
2.3.3 Arranjo Geométrico .....	19
2.3.4 Polaridade .....	22
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	23
3.1 Objetivo Geral .....	23
3.2 Objetivos específicos .....	23
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	24
4.1 Local do estudo .....	24
4.2 Metodologia aplicada .....	24
4.3 Aplicação metodológica .....	27
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
5.1 Questionário Inicial .....	29
5.2 Questionário Final .....	29
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
<b>APÊNDICE A:</b> Termo de consentimento e esclarecimento/questionário de sondagem inicial .....	41
<b>APÊNDICE B:</b> Plano de aula .....	42
<b>APÊNDICE C:</b> Slides da aula expositiva .....	43
<b>APÊNDICE D:</b> Questionário de sondagem final .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino da Química é cercado por desafios tanto para professores como para estudantes. Considerada uma ciência difícil e com poucos atrativos para os discentes que julgam o conteúdo complexo e com aplicações distantes do seu dia a dia.

Estudos experimentais e exploratórios no campo de ensino revelam que os estudantes possuem dificuldade em transitar entre os três aspectos da Química, sendo estes: o macroscópico, o microscópico e o simbólico (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; ROCHA; CAVICCHIOLI, 2005; WARTHA *et al.*, 2010; RAUPP apud VIEIRA, 2013). Sair da esfera de atuação dos livros didáticos e enxergar o conteúdo da disciplina nos diferentes contextos a que estão inseridos, como o social, cultural e tecnológico, torna-se essencial para diminuir a má impressão que paira sobre a Química.

Muitos estudantes comportam-se como meros espectadores da aula, não demonstrando interesse em compreender o conteúdo apresentado e a possibilidade de colocar em prática os conceitos abordados em sala de aula. Encontram-se apenas como público de monólogos realizados pelos professores. Os quais, muitos deles, ainda acreditam que a aula deve ser: o conhecimento é “passado” deles para os alunos que se comportam como recipientes das informações; isto tende a aumentar o desinteresse do público com a disciplina.

O professor, como responsável pela disciplina, possui a incumbência de encontrar novos métodos e estratégias para despertar a simpatia dos estudantes, uma vez que apenas o sistema tradicional de ensino, baseado na tríade composta por livro, quadro e professor, demonstra-se ineficaz para capturar a atenção e despertar o interesse dos discentes por esta ciência. Assim, dá-se ênfase somente ao aspecto teórico da Química, impedindo, desta maneira, a formação de indivíduos com capacidades e habilidades que os permitam relacionar o conteúdo visto em sala com aplicações cotidianas (RIBEIRO, 2010).

Aulas e lições práticas pautadas no uso das Tecnologias Digitais disponíveis surgem como ferramenta de grande importância para muitas instituições de ensino, que não possuem laboratório de ciências ou infraestrutura que permita a

aplicação e investigação dos fenômenos químicos por meio de experiências. A montagem deste ambiente apresenta um custo muito elevado para a escola, devido à necessidade de equipamentos, materiais, reagentes e de profissionais tecnicamente preparados para o manuseio destes. Em virtude disto, os usos de Objetos de Aprendizagem como um software e modelos estruturais feitos a partir de balões e miçangas aparecem como importantes aliados na desmitificação da Química, ao permitir experimentações virtuais e a demonstração de exemplos simples que conectem os conceitos teóricos e práticos, sem dissociá-los (BRASIL, 1996; VALENTE, 1993).

Com base nestas experiências, este trabalho tem como objetivo demonstrar que o uso de Objetos de Aprendizagem simples pode ter um impacto positivo no processo de ensino e de aprendizagem para estudantes e professores.

## 2. REFÊRENCIAIS TEÓRICOS

### 2.1 Ensino da Química

A Química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações baseando-se na observação de processos e fenômenos químicos, físicos e biológicos, contudo muitos destes não podem ser visualizados a olho nu devido à sua natureza microscópica. Assim, o entendimento desta área do saber, que apesar de encontrar-se intimamente presente no nosso dia a dia, está cercada de preconceitos e desconhecimentos pela população em geral (SCHWARZ, 2009).

Diversos estudos revelam que a discriminação desenvolvida pelos alunos da Educação Básica pela disciplina de Química, em especial no Ensino Médio, ocorre em virtude da dificuldade em compreender os conteúdos através dos aspectos microscópico, que é referente à natureza abstrata dos conceitos; e do simbólico, que são fórmulas, equações e gráficos que fazem parte da linguagem característica das ciências; e relacioná-los ao macroscópico, os fenômenos em suas vidas (MOTIRMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; ROCHA; CAVICCHIOLI, 2005; WARTHA *et al.*, 2010; VIEIRA; MEIRELES; RODRIGUES, 2011).

Uma maneira de unir estes níveis de entendimento é através da experimentação, uma forte aliada no processo de ensino e de aprendizagem em Química (MARQUES; SANTOS, 2014), pois possibilita a unificação das definições dos livros didáticos às situações mais próximas do cotidiano por meio de analogias que facilitam a assimilação dos conteúdos.

O raciocinar é fruto da imaginação, da intuição, de “chutes” sensatos, de tentativas e erros, do uso de analogias, sujeito a enganos e incertezas. Contudo, a Química é lecionada aos discentes como uma ciência consumada, pronta, sendo, apenas a memorização de definições vista como necessário para a resolução de questões, deixando-se, desta maneira, de lado a compreensão dos conceitos a serem aplicados em diferentes situações do cotidiano (VALENTE, 1993). De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) a escola deve:

Reconhecer a ciência como uma atividade humana em constante transformação, fruto da conjunção de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos, e, portanto, não neutra; compreender e interpretar os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e no ambiente.

O estudante, uma vez que a informação é apenas repassada a ele, não participa de forma ativa do processo, trazendo como consequência a não apropriação dos conceitos e o não entendimento dos fenômenos, mas, sim, apenas a memorização das definições fornecidas pelo professor e pelo livro didático. Nestes casos, os alunos são vistos como “depósito” do conhecimento que é fornecido pelo professor (VALENTE, 1993; KENSKI, 1997).

Devem-se incentivar os professores na busca por novos métodos e estratégias que favoreçam o ensino e a aprendizagem dos assuntos químicos com o intuito de, também, colocá-los diante de situações práticas que, em especial, introduzam os recursos tecnológicos, uma vez que se observa que há uma falta de apoio didático para as aulas de Química no Ensino Médio (SILVA; CAVALCANTE; NOBREGA, 2011). Desta forma, os professores estimulados e capacitados, tornam-se mediadores do processo de ensino e de aprendizagem e, conseqüentemente, acabam por entusiasmar os alunos à uma postura mais ativa e a atuarem como protagonistas na produção do seu conhecimento.

## **2.2 Ensino de Química e Objetos de Aprendizagem**

Nas décadas de 1960 e 1970, muitos pesquisadores apresentavam-se extremamente otimistas com o uso da tecnologia para fornecer soluções aos obstáculos educacionais. Contudo, a utilização de computadores em sala de aula requer que seja feito de maneira adequada com uma integração conveniente, baseada no enfoque educacional, adotando a afirmação de que esta, a tecnologia, deve ser adequada à educação, não o contrário (RIBEIRO; GRECA, 2003).

Historicamente nenhuma nação cresceu e desenvolveu tornando-se uma sociedade soberana nas áreas de política, economia e tecnologia, sem antes investir em um sistema educacional sólido (DUARTE; LIMA; NASCIMENTO, 2009). Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) a escola deve preparar e orientar os estudantes na busca da sua formação científica de maneira que proporcione a compreensão dos fundamentos tecnológicos dos modos de produção da sociedade e complementar sua formação como um ser social, correlacionando a teoria com a prática no ensino de cada disciplina.

Atualmente novas ferramentas vêm apresentando uma inserção crescente no meio escolar, com isto, a educação ganha mais aliados no processo de construção do conhecimento (GUIMARÃES, 2009). Sendo reconhecida como importante recurso didático, a tecnologia tem uma significativa influência perante a sociedade e provoca certo fascínio nas pessoas, em especial nos mais jovens (RIBEIRO; MELLO, 2010).

Com o mundo cada vez mais informatizado e globalizado, a utilização dos computadores vem desempenhando um papel cada vez mais importante no dia a dia das pessoas e, também, na educação. Sendo assim, é impossível pensar em um processo de ensino e de aprendizagem que não integre os recursos tecnológicos a prática educativa (KENSKI, 1997; VIEIRA; MEIRELES; RODRIGUES; 2011).

O ensino de Química deve se beneficiar do uso dos computadores, dos *softwares* e de simulações, os quais propiciam um ambiente encorajador e facilitador, permitindo que conceitos abstratos sejam adquiridos de maneira lúdica e estimulante. Para isto, os docentes devem estar em constante atualização, buscando conhecer e empregar as ferramentas tecnológicas que auxiliem no processo de ensino e de aprendizagem (LIMA; MENEZES; LIMA, 2012; MARZOCCHI *et al.*, 2013).

Conforme Lucena e Azevedo (2012), a tecnologia tem que ser usada não apenas como forma de prender a atenção do aluno, mas, também, contribuir em um processo que estimule e motive o ensino e a aprendizagem. Assim, o computador pode enriquecer o ambiente de aprendizagem, ao permitir que os discentes interajam com as ferramentas virtuais disponíveis nos programas. Neste caso, não cabe ao professor à função de ser o instrumento pelo qual os conteúdos são repassados. Os estudantes passam a ser os construtores do seu conhecimento. A aprendizagem torna-se mais relevante que o ensino (VALENTE, 1993).

É interessante destacar que o uso dos recursos tecnológicos como suporte durante a realização de uma aula diminui, de certa forma, a possibilidade de uma modelagem errônea pelo estudante e, conseqüentemente, não propicia muitas oportunidades para que este trabalhe os seus erros na tentativa de resolução de uma questão, o que é considerado fundamental para a construção do conhecimento, como defende Piaget ao definir a aprendizagem não como a incorporação de conceitos já definidos, mas, sim, o ato de trabalhar os erros dos discentes, para que a partir deles sejam elaborados reflexões acerca dos conceitos (RIBEIRO; GRECA, 2003).

Todavia, o desenvolvimento de *softwares* que auxiliam no ensino de Química não está sendo acompanhado por uma formação continuada adequada dos professores (MERCADO *et al.*, 2009). Por vezes, estes não encontram suporte teórico, técnico e do núcleo gestor que lhes propicie um ambiente adequado e forneça segurança profissional para o desenvolvimento de um trabalho pedagógico com este tipo de ferramenta (VALENTE, 1999; RIBEIRO; GRECA, 2003).

As modelizações computacionais em Química são fundamentais, uma vez que esta trata-se de uma ciência que se constrói pautada no invisível e no intocável, principalmente no estudo referente as estruturas de Lewis, ao arranjo espacial, a geometria molecular e a polaridade. O emprego de simulações computacionais não garante por si só a assimilação conceitual dos diferentes fenômenos microscópicos, mas fornecem uma aproximação aceitável por meio do aspecto representacional (RIBEIRO; GRECA, 2003).

A questão visual é um aspecto que requer atenção especial dos professores de Química, os quais possuem a tarefa de ensinar uma disciplina muitas vezes caracterizada como empírica, complicada e de difícil compreensão pela qual muitos alunos criam aversão por não a correlacionarem aos eventos do seu cotidiano e, mesmo quando a conseguem, não possuem uma concepção plena que os auxilie no entendimento dos conceitos como, por exemplo, os que envolvem a geometria molecular (DUARTE; LIMA; NASCIMENTO, 2009; GUIMARÃES, 2009).

As representações tridimensionais proporcionam aos estudantes uma visão macroscópica de como funciona o universo microscópico, suas interações atômicas e moleculares, conduzindo, desta forma, às propriedades químicas, físicas e biológicas das moléculas e permitindo a compreensão de ideias complexas e abstratas por meio dos modelos (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2007 *apud* GOMEZ (2013)).

Há uma grande variedade de recursos de informática disponíveis para auxiliar e promover o ensino (RAUPP; SERRANO; MARTINS, 2008) desde tutoriais, que são roteiros preestabelecidos de ensino; jogos; programação e *softwares* de modelagem molecular; e simulações a disposição na internet (DUARTE; LIMA; NASCIMENTO, 2009; MARÇAL *et al.*, 2009). Os *Softwares* podem ser desde os gratuitos, como o *Avogadro*, o *Gabedit*, o *Jmol*, e o *ChemSketch*; a programas pagos,

como o *ChemDraw* e o *MarvinSketch*. Segundo Da Rosa e Heinz (2007) *apud* Gomez (2013), um *software* para ensino deve ser gratuito, a fim de evitar cópias ilegais; de fácil instalação e manuseio; e permitir adaptação, atualização e modificação com programas acessórios, o *plug-in*.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi escolhido o *software Avogadro*, um editor multiplataforma que possibilita, por ser gratuito, seu uso em diferentes sistemas operacionais (*Windows, Linux e Mac*). O *Avogadro* possui uma interface de fácil manuseio, que ajuda a reduzir memorizações e aumenta o mecanismo de compreensão dos discentes acerca do assunto abordado. Fazendo uso de visualização 3D para contribuir com a criação de modelos mentais de estruturas geométricas, ângulos de ligações e polaridade, por exemplo (ALMEIDA; PINHEIRO; MARINHO, 2009; MARÇAL *et al.*, 2009).

## **2.3 Estrutura e Geometria**

Um dos princípios mais importantes na Química é o estudo da disposição espacial dos átomos em uma molécula. Uma vez que esta organização influi nas forças de interações intermoleculares alterando propriedades físico-químicas e biológicas.

### **2.3.1 Estrutura de Lewis**

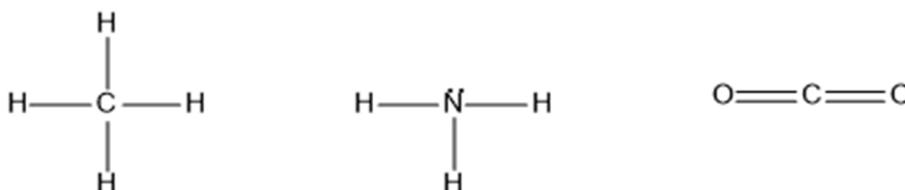
A formação de uma molécula ocorre a partir da união de dois ou mais átomos, mas como representar algo que não pode ser observado apenas imaginado?

Em 1916, o químico norte-americano Gilbert Newton Lewis, propôs que os átomos fossem representados por seu símbolo químico, rodeados pelos elétrons mais externos, localizados na camada de valência, e simbolizados por pontos (.) ou cruces (+). As ligações entre os átomos são representadas por traços que os ligam e indicam o compartilhamento destes elétrons (ATKINS, 2006; ).

A teoria das ligações covalentes de Lewis baseia-se na ideia que os átomos atingem a estabilidade ao partilhar elétrons e, assim, adquirir configuração de gases

nobres, com os seus subníveis *s* e *p* completamente preenchidos, tornando-se mais estáveis, o que pode ser evidenciado ao analisarmos o aumento de suas energias de ionização e baixa afinidade por elétrons adicionais, sendo mais energeticamente favoráveis do que comparado com os mesmos átomos isolados (BROWN; BURSTEN; LEMAY, 2007). Exemplos de estruturas de Lewis podem ser visualizados na **Figura 1**.

Figura 1: Estruturas de Lewis para o metano (CH<sub>4</sub>), a amônia (NH<sub>3</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 2.3.2 Geometria Espacial

A teoria de Lewis funciona razoavelmente bem para estruturas simples, mas não explica a disposição espacial de moléculas maiores, como moléculas orgânicas, que devido ao seu tamanho apresentam estruturas tridimensionais. A melhor analogia que pode ser feita é comparar cada nuvem eletrônica a um balão inflado. Em uma molécula, o átomo central está localizado no nó que os une e, à medida que se acrescenta um balão, uma força repulsiva, causada pelos elétrons ligantes e não-ligantes, impede que este ocupe o mesmo espaço dos demais balões, fazendo com que a estrutura se rearranje a fim de acomodá-los de forma que a molécula apresente uma repulsão mínima, gerando geometrias diferentes (BROWN; BURSTEN; LEMAY, 2007).

No caso dos átomos este afastamento é causado por uma repulsão eletrostática. Os elétrons que compõem a eletrosfera possuem cargas negativas e, segundo a lei de Coulomb, cargas de sinais iguais tendem a se afastar o máximo possível, entretanto a força de repulsão não é forte o suficiente e estas continuam ligadas ao átomo central através de uma ligação covalente.

Os arranjos que as moléculas assumem no espaço podem ser classificados como linear, trigonal, tetraédrica, bipirâmide trigonal e octaédrica.

Todavia, em determinadas moléculas, os ângulos teóricos previstos não eram os observados em razão deste arranjo não levar em consideração os pares de elétrons não ligantes do átomo central.

### 2.3.3 Arranjo Geométrico

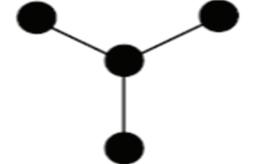
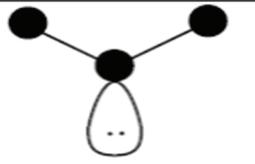
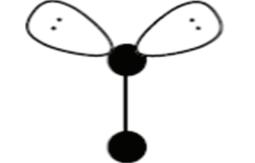
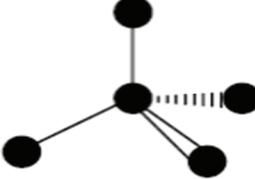
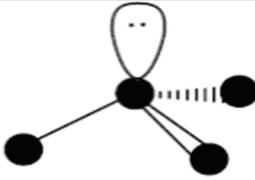
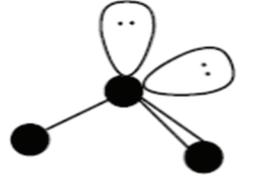
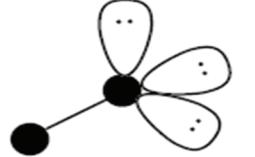
Em 1957 foi desenvolvida por Ronald James Gillespie e Ronald Sydney Nyholm a Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência, também conhecida pela sigla VSEPR (do inglês *valence shell electron pair repulsion*). Esta diz que os pares de elétrons ligantes e não ligantes do átomo central tendem a se afastar o máximo possível para que as repulsões entre eles sejam mínimas e que, em decorrência disto, as moléculas apresentam uma estabilidade máxima. A repulsão dos pares não ligantes é maior, pois estes se encontram mais difusos, em comparação com pares ligantes o que ocasiona deformações nos ângulos teóricos de ligação das moléculas (ATKINS, 2006; BROWN; BURSTEN; LEMAY, 2007).

Desta forma, a geometria molecular pode ser classificada como linear, trigonal, tetraédrica, bipirâmide trigonal e octaédrica e suas variações devido a influência dos pares de elétrons não ligantes.

Para aplicar a repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência em moléculas é necessário seguir alguns passos:

- 1 - Contagem do número de elétrons de valência de todos os átomos da molécula (levando em consideração a carga, se for um íon);
- 2 - Determinação do átomo central;
- 3 - Contagem do número de elétrons de valência dos átomos ligantes;
- 4 - Determinar o número de ligações para que os átomos adquiram configuração mais estável (Gás Nobre);
- 5 - Cálculo do número de elétrons não ligantes do átomo central;
- 6 - Determinar geometria molecular pelo quadro ( **Figura 2** e **Figura 3**).

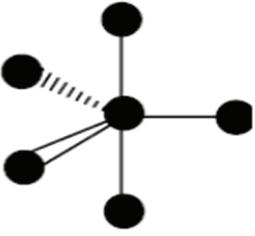
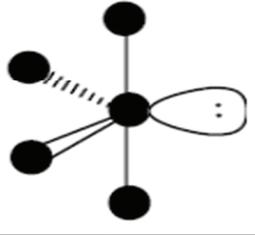
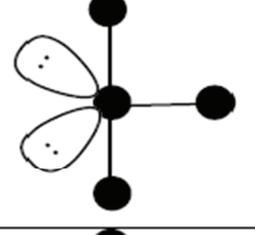
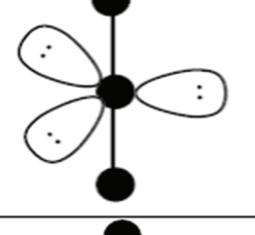
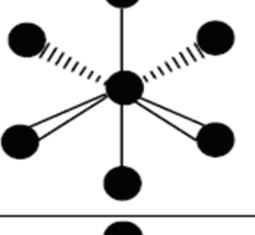
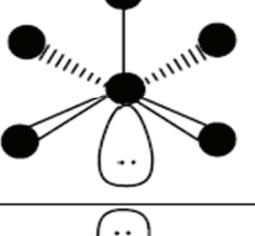
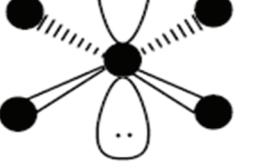
Figura 2: Tipos de geometrias de elétrons e moleculares.

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	

Fonte: Portal de Estudo de Química.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Portal de Estudo de Química. Disponível em: < <http://www.profpq.com.br/> acesso em 15 mar. 2016.

Figura 3: Tipos de geometrias de elétrons e moleculares, continuação.

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: Portal de Estudo de Química. <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Portal de Estudo de Química. Disponível em: < <http://www.profpq.com.br/> > acesso em 15 mar. 2016.

### 2.3.4 Polaridade

A ligação covalente ocorre quando dois átomos compartilham um par de elétrons, da sua camada de valência, com a finalidade de assumir uma configuração mais estável de energia. Quando o compartilhamento é entre átomos semelhantes, não havendo diferença de carga sobre a molécula, diz-se tratar de uma molécula **apolar**, sem polos. Mas quando átomos diferentes estão envolvidos, a distribuição eletrônica é feita de modo desigual, porque uma carga parcial negativa forma-se mais próxima ao átomo que apresenta maior tendência de ganhar os elétrons, o mais eletronegativo deles, e, como consequência, há o aparecimento de uma carga parcial positiva na região oposta. Tem-se, desta forma, uma molécula **polar**, logo, com polos.

A geometria molecular, além da natureza dos átomos, também possui um papel determinante na definição do caráter da molécula. As ligações entre os átomos podem ser representadas por vetores, de ordem de grandeza diferentes dependendo de cada átomo. Caso a estrutura apresente uma resultante diferente de zero ( $\mu \neq 0$ ) é denominada de *polar*, pois há uma diferença de distribuição de cargas na estrutura. Porém, caso a resultante seja nula ( $\mu = 0$ ) é nomeada de *apolar*.

A propriedade de polaridade das moléculas apresenta-se como crucial no estudo da Química, pois possibilita a previsão da miscibilidade, ou seja, a capacidade de solubilização de uma substância em outra, além de influenciar nas temperaturas de fusão e de ebulição das substâncias (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o emprego de Objetos de Aprendizagem no processo de ensino e de aprendizagem dos conceitos químicos de estrutura de Lewis, arranjo espacial, geometria molecular e polaridade das moléculas.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar uma pesquisa na literatura sobre a utilização dos Objetos de Aprendizagem no ensino de Química no Ensino Médio;
- Fazer levantamento do conhecimento prévio dos estudantes a respeito dos conceitos de estrutura de Lewis, arranjo espacial, geometria molecular e polaridade das moléculas;
- Produzir e aplicar uma aula com Objetos de Aprendizagem a fim de contribuir para a visualização da geometria molecular e polaridade das moléculas;
- Verificar por meio de questionário se houve melhora na compreensão e entendimento dos conceitos trabalhados pelos estudantes após a aula com aplicação dos Objetos de Aprendizagem.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Local do estudo

Este trabalho foi executado com duas turmas de 2ª série do Ensino Médio do turno da manhã na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Doutor Ubirajara Índio Do Ceará, localizada na Rua Setecentos e Cinquenta e Um, S/N Bairro Conjunto Ceará na cidade de Fortaleza (Figura 4).

Figura 4: Foto da Escola Doutor Ubirajara Índio do Ceará.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 4.2 Metodologia aplicada

A metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho foi desenvolvida de acordo com trabalhos publicados na literatura (GOMEZ, 2013; FERNANDES FILHO, 2014) da área de ensino em ciências e baseia-se na aplicação de formulários de sondagem. As turmas trabalhadas foram denominadas Turma A e Turma B para fins de diferenciação e avaliação. A turma A foi escolhida como referência, uma vez que a utilização dos Objetos de Aprendizagem foi aplicada apenas na turma B.

O trabalho realizado consistiu na utilização de Objetos de Aprendizagem no ensino de Química aplicados na Educação Básica. Foram utilizados como Objetos de Aprendizagem três ferramentas muito empregadas no ensino da geometria molecular:

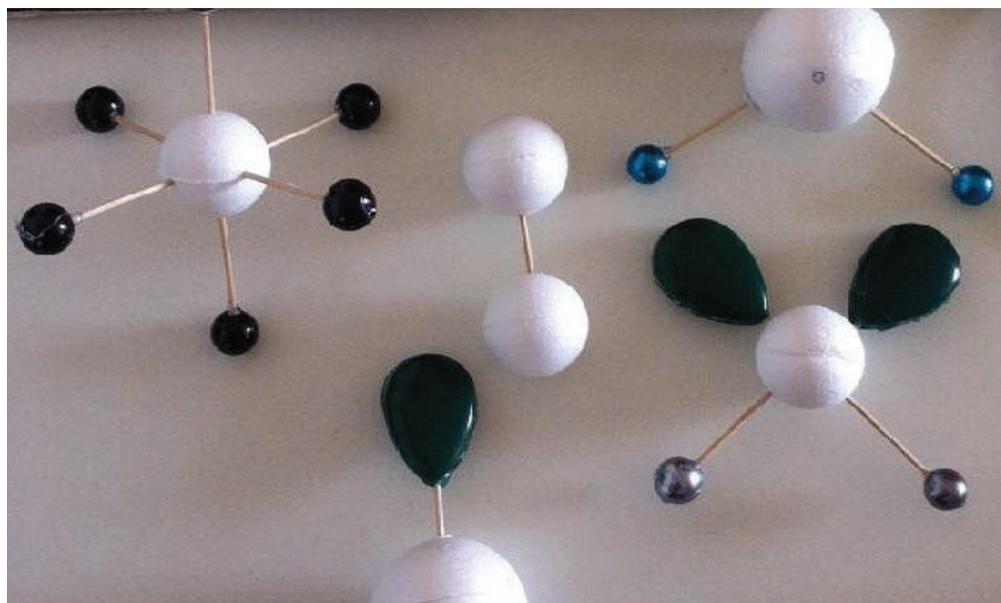
(i) *modelos moleculares* construídos a partir de bolas de isopor, contas de bijuterias e palitos de dente (Figura 5-6);

Figura 5: Bolas de isopor, contas de bijuterias e palitos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

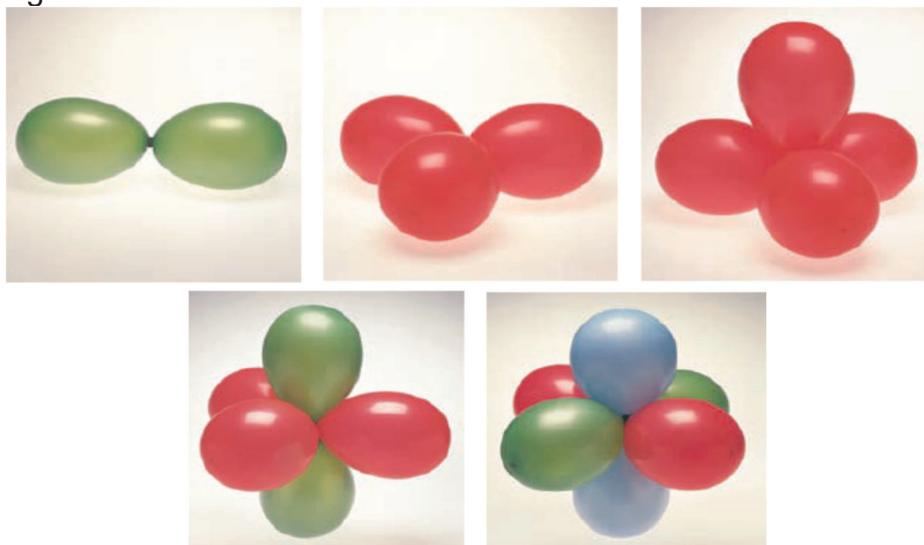
Figura 6: Modelos moleculares.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

(ii) *balões de festa* (Figura 7): quando arranjos simulam a repulsão dos pares de elétrons associados a uma molécula.

Figura 7: Modelo de balões.



Fonte: Masterton *et al.*, 2012.

(iii) *software computacional Avogadro* (Figura 8) que simula a construção e a geometria de moléculas e pode ser acessado e/ou baixado gratuitamente através do sítio <<http://avogadro.cc/>>>

Figura 8: *Software Avogadro*.



Fonte: Adaptado de Hanwell *et al.*, 2012.

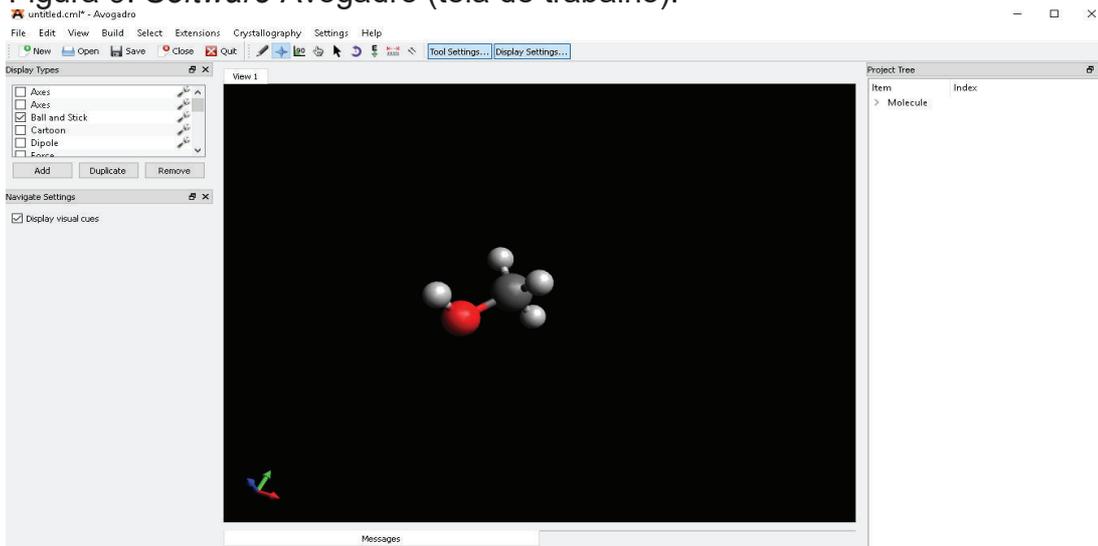
### 4.3 Aplicação metodológica

Em ambas as turmas foram aplicados questionários antes do início das aulas com o intuito de caracterizar as classes, verificar seus conhecimentos prévios sobre o assunto e se conheciam a aplicação desses conceitos no cotidiano.

A aula para a Turma A foi ministrada de modo expositivo com o auxílio de um *Datashow*, para que os alunos pudessem visualizar apenas os tópicos que foram estudados, empregou-se também pincel e quadro no desenvolvimento do conteúdo. Foi trabalhado o conceito de geometria molecular, abordando as concepções que envolvem arranjo espacial, domínios de elétrons, suas influências na geometria e polaridade.

Já para a Turma B foi efetuada, antes do início da aula, uma breve apresentação do trabalho, definindo que qualquer ferramenta tecnológica ou não que auxilie no processo de ensino e de aprendizagem pode ser considerada um objeto de aprendizagem bem como considerações sobre o *software Avogadro* (Figura 9), que mesmo estando em inglês, possui uso fácil e intuitivo. Foi informado que o mesmo é gratuito possibilitando utilização livre e com código fonte aberto, o que permite seu constante aprimoramento com diversos desenvolvedores e *plug-ins*.

Figura 9: *Software Avogadro* (tela de trabalho).



Fonte: *Software Avogadro*.

A apresentação para a Turma B também ocorreu de modo expositivo, entretanto esta contou com o auxílio de modelos de isopor para a construção de

estruturas geométricas que simulam apenas representações de moléculas sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. As estruturas estudadas foram: linear, angular, tetraédrica, bipirâmide de base triangular e octaédrica. Para a exposição de pares não ligantes foram utilizados balões para exemplificar a repulsão exercida e contas de bijuterias em formato de gota com o volume maior que as demais com o objetivo de montar o modelo e facilitar a contagem de domínios de elétrons e a determinação da geometria molecular.

O *software* adotado teve como objetivo ilustrar o rearranjo tridimensional das moléculas com o acréscimo ou perda de átomos ligantes e facilitar a visualização e entendimento da resultante de força dos ligantes na molécula e, assim, verificarmos sua polaridade.

Ao término das aulas, um novo questionário foi aplicado nas turmas contendo duas perguntas, uma objetiva e outra dissertativa, com o propósito de verificar o nível de compreensão dos discentes acerca dos conteúdos trabalhados a fim de possibilitar a verificação do nível de discernimento dos estudantes e comparações entre as classes. Em relação a Turma B, também foi pedido aos estudantes que respondessem outras questões objetivas referente a maneira pela qual a aula foi conduzida com a finalidade de se conhecer suas concepções sobre a metodologia diferenciada.

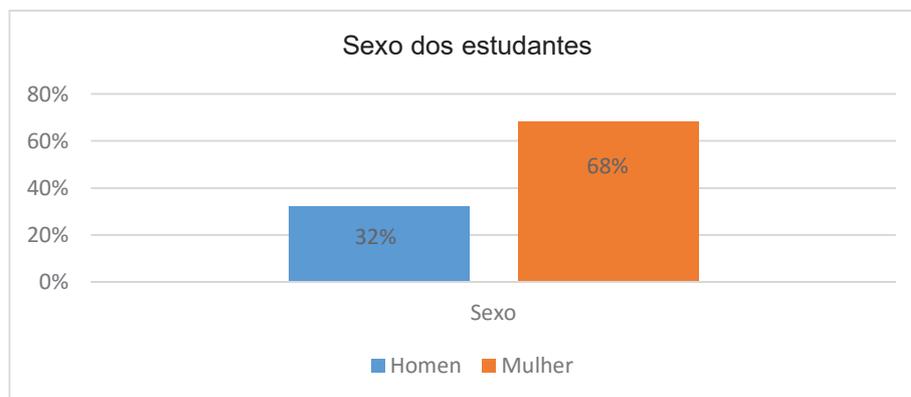
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

### 5.1 Questionário Inicial

Antes da apresentação foi solicitado aos estudantes o preenchimento de forma anônima de um questionário para caracterização das turmas e avaliação do conhecimento prévio dos discentes. As duas primeiras questões referem-se a caracterização dos estudantes.

#### *Questão 1.1 Sexo dos alunos?*

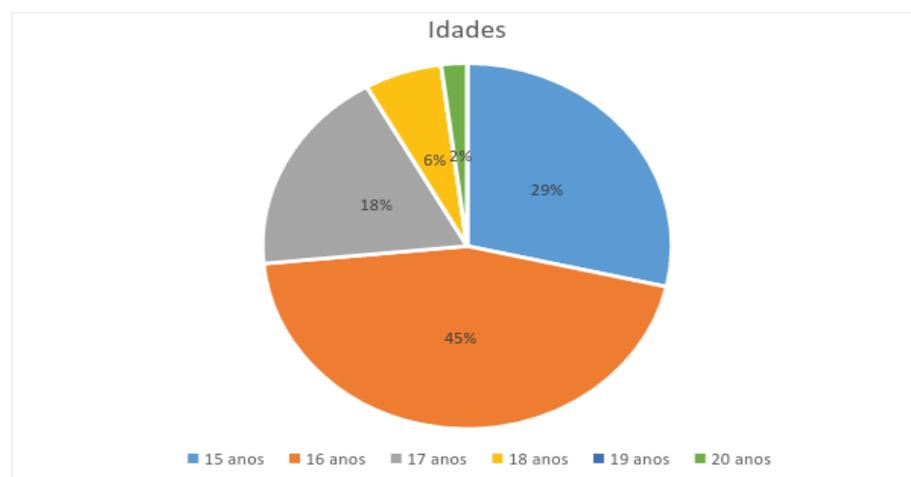
Gráfico 1: Distribuição relativo a sexo dos estudantes participantes.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

#### *Questão 1.2: Idade dos estudantes?*

Gráfico 2: Distribuição dos alunos em relação a Idade.

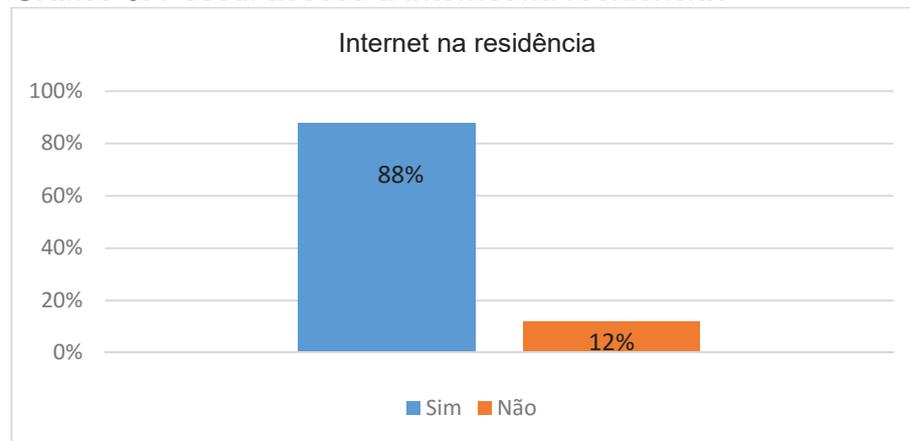


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por meio da análise dos Gráficos 1 e 2 percebe-se que as turmas analisadas são heterogêneas em relação a idade e compostas, em sua maioria, por mulheres, sendo constituído, predominantemente, por estudantes que se encontram na faixa de 15 e 16 anos, correspondendo a 74% dos participantes.

*Questão 1.3 - Possuem acesso à internet em casa?*

Gráfico 3: Possui acesso à Internet na residência?



Fonte: Elaborado pelo Autor.

*Questão 1.4 - Qual a ordem de prioridade na finalidade do acesso à internet?*

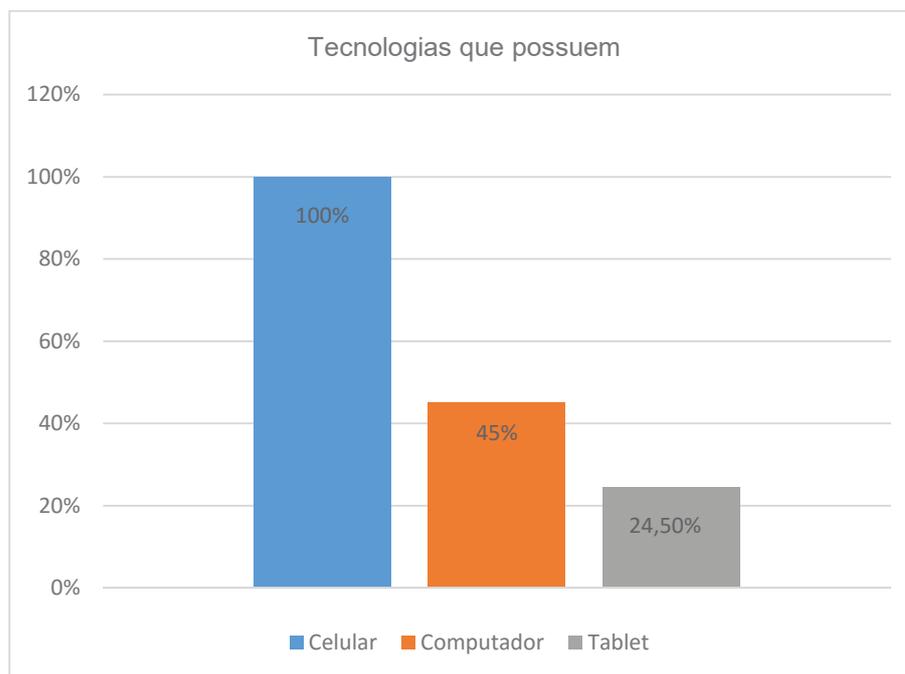
Tabela 1: Prioridade no acesso à internet.

<b>Ordem de prioridade</b>	<b>Finalidade do acesso</b>
1	Redes sociais
2	Estudos
3	Cultura

Fonte: Elaborado pelo Autor.

*Questão 1.5 - Quais as Tecnologias Digitais que possuem para acesso à internet?*

Gráfico 4: Tecnologias para acesso à Internet.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os resultados dos Gráficos 3, 4 e Quadro 1 encontram-se de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2014 (IBGE, 2016) suplemento Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Analisando-os, é possível observar que a população na faixa etária de 15 a 17 anos, o que corresponde a 92% das turmas, tem acesso à internet em casa, sendo este feito predominantemente por meios de celulares. O dado mais inquietante é que os estudantes consideram a maior finalidade da internet seja para uso de Redes Sociais, deixando Estudos e Cultura para colocações secundárias (Tabela 1, pág. 30).

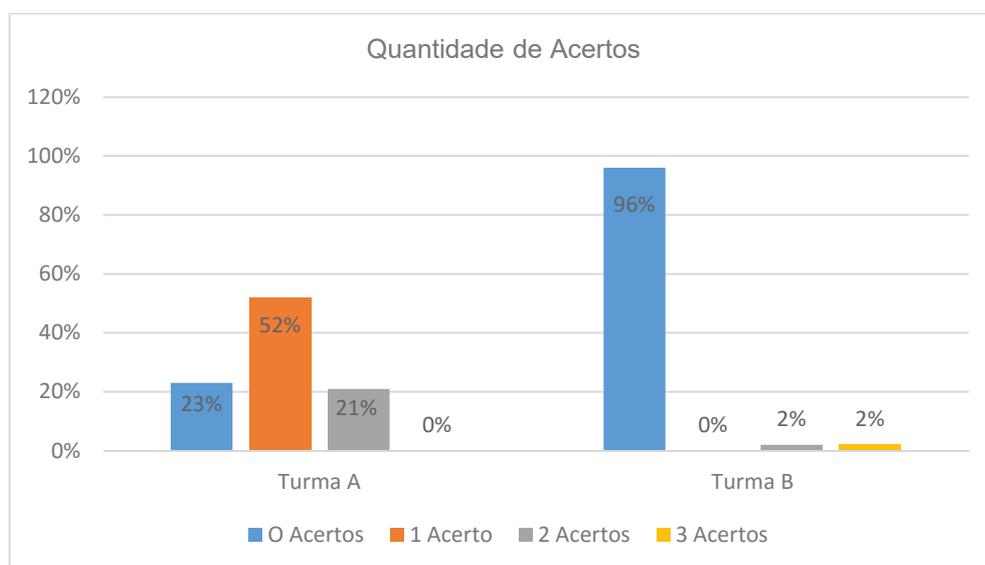
*Questão 1.6 - Você acha possível aprender Química por meio do computador?*

Cerca de 75% dos discentes das turmas expressam que é possível aprender Química através do emprego de computador. Entretanto, salientam fazer uso apenas de vídeo-aulas, preferindo, assim, um modo mais fácil de busca por conhecimento. Desta maneira, o estudante pode inconvenientemente aprender conteúdos químicos de forma errônea, outra parcela, 25%, revela que não consegue compreender os assuntos vistos em sala de aula e, em virtude disto, eles demonstram-

se apreensivos em realizar buscas na internet a fim de sanar dúvidas, uma vez que o conteúdo disposto na internet poderia confundí-los ainda mais e que estes não possuem uma base sólida fornecida pelo professor em conjunto com o livro didático.

*Questão 1.7 - Desenho de estruturas de Lewis.*

Gráfico 5: Estrutura de Lewis.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Foi solicitado aos estudantes o desenho da estrutura de Lewis das moléculas  $H_2$ ,  $CO_2$  e  $PCl_3$ . Por meio do Gráfico 5 revela-se uma grande diferença no nível de conhecimento das turmas em relação ao tema. Destaca-se que na turma A, 73% dos estudantes souberam representar pelo menos uma estrutura solicitada, enquanto na turma B este percentual ficou apenas em 4%.

*Questão 1.8 - Indique a geometria molecular da Água.*

A questão 1.8 demonstra que o nível de acerto das duas turmas foi baixo, 10% e 0% para as turmas A e B, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com Valente (1999), mostrando que houve apenas a memorização das informações

fornecidas, e não a compreensão e a assimilação dos conceitos em sala de aula, apresentando, desta forma, uma maior taxa de esquecimento dos conteúdos trabalhados.

*Questão 1.9 - A gasolina nacional é uma mistura de 75% de hidrocarbonetos, principalmente octanos, e 25% Etanol. Numa bureta de 100 ml é adicionada 50 ml de gasolina e 50 ml de água, a mistura é agitada e deixada em repouso. Após este período é observado que o volume de água é maior que o de gasolina, explique por que esta diferença?*

Nem um estudante das turmas analisadas acertou a questão. Cerca de 80% decidiram por não responder à questão provavelmente em razão de não conseguirem associar o que lhes era solicitado no enunciado da questão com as informações trabalhadas anteriormente em sala de aula pelo professor titular da disciplina.

Os poucos discentes que arriscaram responder tentaram vincular com a ideia de densidade, já que era o conceito, ministrado pelo professor, mais recente em sala. Isto, demonstra que o processo de ensino e de aprendizagem está ocorrendo de forma superficial e que os mesmos não conseguem fazer a interligação entre conhecimento teórico e exemplos práticos, necessitando de uma nova abordagem da disciplina a ser conduzida por meio de métodos e estratégias que mais se adequem ao contexto escolar e aos conteúdos químicos.

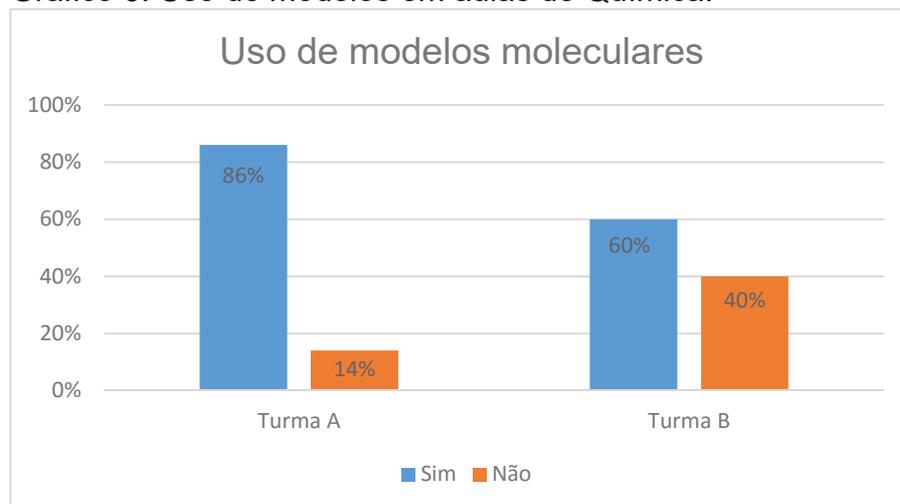
Ribeiro (2010) acrescenta que o ensino e a aprendizagem não devem resumir-se somente ao conteúdo determinado pelos livros e pelos currículos escolares, além disto, o ensino de Química deve preparar o discente para ter o mínimo de conhecimento que seja útil para suas vidas.

## **5.2 Questionário Final**

Após a realização da aula, foi pedido aos discentes o preenchimento de um questionário final o qual possibilitaria a comparação das respostas e a avaliação das estratégias empregadas no ensino e na aprendizagem dos conceitos trabalhados.

*Questão 2.1 - Você já tinha visto exemplos de química com modelos?*

Gráfico 6: Uso de modelos em aulas de Química.

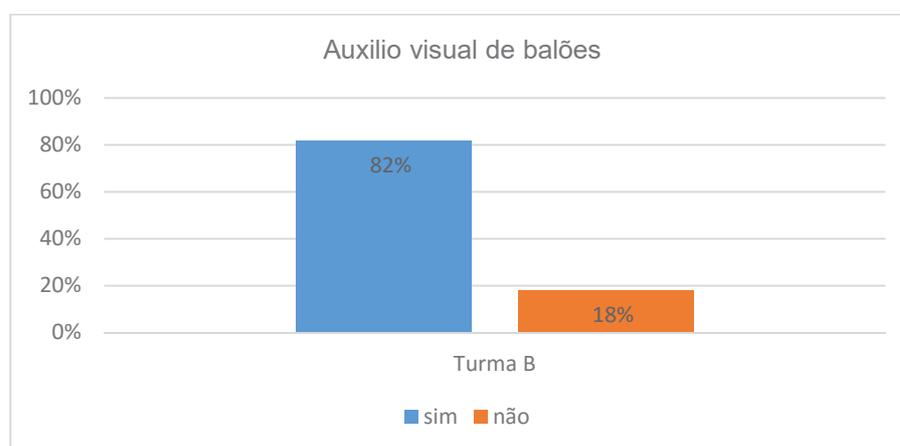


Fonte: Elaborado pelo Autor.

O Gráfico 6 revela uma iniciativa do professor em aplicar Objetos de Aprendizagem no auxílio da construção dos conceitos relacionados a disciplina. Contudo, isto não é uma prática comum entre os docentes e tão pouco incentivada pelas escolas mesmo que a Lei de Diretrizes e Bases da educação (Brasil, 1996) expresse como dever da escola proporcionar um ambiente que os ajude a desenvolver as capacidades e habilidades dos discentes.

*Questão 2.2 - O uso de balões facilitou a visualização das estruturas moleculares e sua variação de ângulos? (Apenas turma B)*

Gráfico 7: Balões como auxílio na visualização do domínio de pares de elétrons.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O uso de modelos confeccionados com balões para ilustrar o domínio dos pares de elétrons apresentou um resultado satisfatório para aproximadamente 82% da turma, facilitando a visualização do arranjo espacial das moléculas e a influência que os pares de elétrons desemparelhados causam nas deformações das estruturas tridimensionais. Auxiliando, assim, na criação de conceitos mentais que contribuem para a compreensão dos conteúdos estudados os quais podem ser utilizados em situações diferentes (VALENTE, 1999).

*Questão 2.3 - O uso de objetos de aprendizagem melhorou o entendimento do conteúdo? (apenas Turma B)*

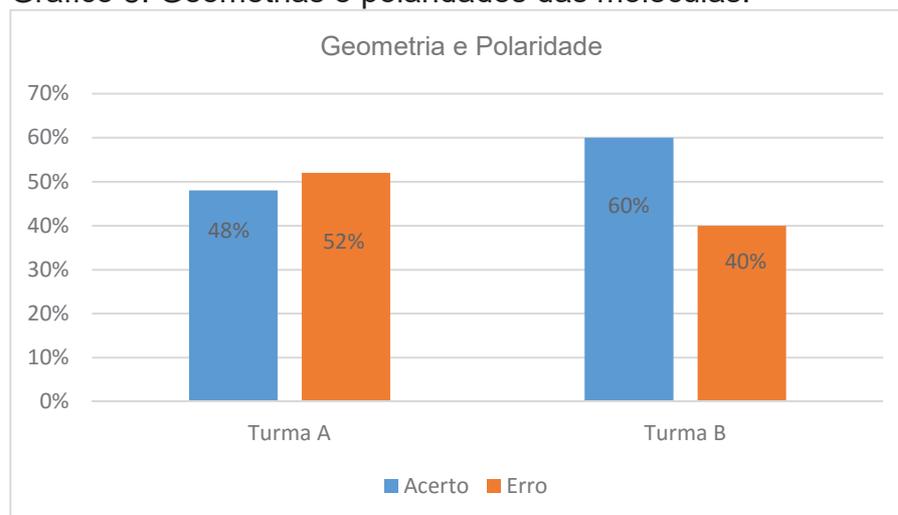
Para todos os alunos da Turma B, o uso de Objetos de Aprendizagem trouxeram benefícios no processo de ensino e de aprendizagem ao auxiliar na visualização das estruturas microscópicas das moléculas estudadas em representações macroscópicas, facilitando o entendimento do conteúdo e aumentando o interesse dos estudantes pela disciplina.

*Questão 2.4 - As moléculas de  $H_2O$  e  $NH_3$  possuem a geometria de pares de elétrons tetraédrica, porém não possuem ângulos de ligação iguais, por quê?*

Foi solicitado aos alunos que fizessem uma analogia entre estruturas diferentes geometricamente, mas com arranjo dos pares ou domínio de elétrons semelhantes. Na turma A nenhum estudante tentou esta questão, refletindo a insegurança que apresentavam sobre o assunto, enquanto que cerca de 12% da Turma B apresentou respostas fracionadas demonstrando um certo domínio cognitivo dos conceitos trabalhados.

*Questão 2.5 - Observe as moléculas a seguir:  $HBr$ ,  $PCl_5$ ,  $H_2S$ . Suas geometrias moleculares e polaridades são respectivamente:*

Gráfico 8: Geometrias e polaridades das moléculas.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Foi verificado que para responder esta questão era necessário um conhecimento prévio acerca da geometria molecular e sua correlação com a polaridade. As turmas apresentaram um desempenho satisfatório. Enquanto, a turma A obteve um nível aproximado de acerto de 48%, a turma B apresentou um percentual de respostas corretas de 60%. Na turma na qual foram aplicados os Objetos de Aprendizagem no decorrer da realização da aula, foi solicitada pelos discentes a demonstração de modelos confeccionados a partir de miçangas com o intuito de facilitar a visualização das estruturas tridimensionais e que fossem elucidadas as dúvidas acerca da polaridade de cada molécula pedida na questão.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de um sistema tradicional de ensino, baseado na exposição dos conteúdos, com o auxílio de Objetos de Aprendizagem facilita o processo de ensino e de aprendizagem, melhorando, assim, a assimilação dos assuntos químicos tornando-se um excelente método de apoio para professores e alunos.

No estudo da Geometria Molecular, os Objetos de Aprendizagem como o *software* Avogadro e modelos moleculares feitos de balões e miçangas apresentaram boa aceitação e elevado nível de interesse dos estudantes.

Verifica-se, também, por meio das respostas fornecidas nos questionários aplicados, a maioria dos alunos não possuem habilidades suficientemente desenvolvidas que os permitam associar os conteúdos químicos vistos em sala de aula anteriormente e nem sua aplicação no dia a dia.

Com a aula realizada, os estudantes perceberam que é possível aprender Química por meio de sequências didáticas e atividades auxiliares que possibilitem e colaborem na construção do conhecimento de um modo diferente, como o que ocorre por meio do uso do *software* de modelagem e dos modelos moleculares, apresentando um entendimento superior e maior interesse na disciplina em comparação a metodologia tradicional. Assim, cria-se um ambiente propício para a compreensão dos conceitos, fugindo, desta maneira, da prática de memorização das definições dos livros didáticos.

Metodologias como estas devem ser mais utilizadas por professores para auxiliar na aprendizagem dos alunos, mas salienta-se como primordial que estes possuam condições propícias de infraestrutura, apoio didático e da gestão escolar que favoreçam a aplicação dos Objetos de Aprendizagem na significação do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. N. P.; PINHEIRO, E. A. A; MARINHO, A. M. R. **Software Educativo Avogrado 0.8.1 auxiliando ensino de Química em Escola de Belém-PA**. In: 32ª REUNIÃO ANUAL DA SOCEIDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2009, Fortaleza - CE. Livro de Resumos, 2009.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei n.º 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/diretrizes.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf) > Acesso em 12 fev. 2016.

BROWN, T. L; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2007.

DUARTE, F. P.; LIMA, L. M. N.; do NASCIMENTO, A. B. **Simulações e Animações no Ensino de Química: O Uso do Software Avogadro 0.8**. 2009. ANNEQ. Disponível em <<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T89.pdf>> Acesso em 02 fev. 2016.

FERNANDES FILHO, M. V. A. **A utilização de programas computacionais e simuladores virtuais: uma alternativa para o ensino de química no ensino médio**. 2014 Monografia (Graduação em Química). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. João Pessoa, 2014.

FONSECA, M. R. M. da. **Química**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.

GOMEZ, D. S. M. **Efectividad del uso del software Avogadro en la enseñanza y aprendizaje de la nomenclatura orgánica**, Manizales, 2013. Disponível em: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/12698/#sthash.1Q4FpwVb.dpuf>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

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

PNAD, IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 mai. 2016.

HANWELL, Marcus D. et al. **Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform**. J. Cheminformatics, v. 4, n. 1, 2012. P. 17

KENSKI, V. M. **Novas Tecnologias o Redimensionamento do Espaço e do Tempo e os Impactos no Trabalho Docente**. In: XX Reunião Anual da ANPEd, Caxambu, 1997, p. 58–71.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. **Química Geral e reações químicas** v.1, 6. ed. Cengage Learning, 2009.

LIMA, R. N.; MENEZES, L. A. R.; LIMA, J. P. M. **Ferramentas Computacionais para o Ensino de Química: qual a importância da disciplina na formação dos futuros professores?** In: XVI ENEQ/X EDUQUI, Salvador, 2012.

LUCENA, G. L.; AZEVEDO, M. S. **QUIZmica: Um Jogo Virtual Auxiliando o Ensino de Química**. Revista Tecnologias na Educação, v. 7, n. 4, p. 1-11, 2012.

MASTERTON, W. L.; HURLEY, C. N.; NETH, E. J. **Chemistry: Principles and Reactions**. 7. ed, Cengage Learning, 2012.

MARÇAL, E. et al. **O uso de dispositivos móveis para auxiliar a aprendizagem significativa na geometria espacial**. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2009. p. 1625-1634.

MARQUES, E. C.; SANTOS JR, G. A. **A construção de moléculas com massa de modelar como ferramenta facilitadora na aprendizagem para graduandos de engenharia**. In: 37a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2014, Natal. Anais, 2014.

MARZOCCHI, V. A. et al. **La Importancia De Las Tic De Visualización Y Modelado Molecular En La Enseñanza De La Ingeniería Química**. In: VII Congreso Argentino De Ingeniería Química Y Segunda Jornadas Argentinas De Seguridad De Procesos Santa Fé, 2013.

MERCADO, L. P. L.; DA SILVA, I. P.; NEVES, Y. P. C. **Objetos Virtuais de Aprendizagem na Formação de Professores do Ensino Médio**. IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, n. 9, p. 35-49, 2009.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos**. Revista Química Nova. v.23, n.2 2000. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/S0100-40422000000200022>>, acesso em: 12 fev. 2016

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MARTINS, T. L. C. **A evolução da química computacional e sua contribuição para a educação em Química**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 9, n. 12, p. 13-22, 2008.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. **Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada.** Revista Química Nova, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

RIBEIRO, M. T. D.; MELLO, I. C. **Ensino de Química na Educação Básica - EJA: Algumas Dificuldades.** In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química - ENEQ, 2010, Brasília - DF.

ROCHA, J. R. C. da; CAVICCHIOLI, A. **Uma Abordagem Alternativa Para o Aprendizado dos Conceitos de Átomo, Molécula, Elemento Químico, Substância Simples e Substância Composta, nos Ensinos Fundamental e Médio.** Revista Química Nova na Escola, v. 21, n. 1, p. 29-33, 2005.

SCHWARCZ, J. **Barbies, bambolês e bola de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia-a-dia.** Tradução: José Maurício Gradel-Houzel. Rio de Janeiro: Zahar, 2009. p. 13 e 20.

SILVA, J. V., CALVACANTE, K. V., NÓBREGA, J. A. **Cotidianização do Ensino de Química Orgânica no Ensino Médio.** Disponível em: <[http://www.annq.org/congresso2011/arquivos/13002\\_40932.pdf](http://www.annq.org/congresso2011/arquivos/13002_40932.pdf)>. Acesso em 03 fev. 2016.

VALENTE, J. A. **Análise dos Diferentes Tipos de Softwares Usados na Educação.** p. 71-86. In: VALENTE, J.A. O Computador na Sociedade do Conhecimento. *Coleção Informática Para a Mudança Na Educação.* Ministério Da Educação. Programa Nacional de Informática Na Educação. Campinas: p.116., 1999. Disponível em: <<http://rxmartins.pro.br/teceduc/computador-sociedade-conhecimento.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2016.

VALENTE, J. A. **Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação.** Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação. 1 ed. Editora Pátio, Campinas, 1993.

VIEIRA, E.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G. A. **O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil.** Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências, v. 8, 2011.

WARTHA, E. J., *et al.* **Uma Proposta Didática para a Elaboração do Pensamento Químico sobre Elemento Químico, Átomos, Moléculas e Substâncias.** Revista Experiências em Ensino de Ciências. v. 5, n. 1, p.7-20, 2010.

## APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO E ESCLARECIMENTO/QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO INICIAL



### UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado Aluno,

Você está sendo convidado a colaborar na pesquisa de conclusão de curso de Licenciatura em Química, a partir do instrumento elaborado pelo graduando Daniel de Mesquita Bastos, sobre conhecimentos prévios de Química e Geometria Molecular. As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelo pesquisador responsável. Agradeço sua gentileza em participar desse estudo.

#### Questionário antes da aula com *software* de modelagem e objetos de aprendizagem.

1. Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino
2. Idade: \_\_\_\_\_
3. Você possui acesso à internet em casa?  
( ) Sim ( ) Não
4. Caso tenha acesso à internet, coloque em ordem de prioridades sua finalidade:  
( ) Estudo ( ) Cultura ( ) Redes Sociais
5. A(s) qual (is) tecnologias digitais você possui acesso?  
( ) Celular ( ) Computador ( ) Tablet
6. Você acha possível aprender química por meio do computador?
7. Desenhe a estrutura de Lewis para as seguintes moléculas:  
a.  $\text{PCl}_3$     b.  $\text{CO}_2$     c.  $\text{H}_2$
8. Qual a geometria molecular da molécula de  $\text{H}_2\text{O}$ ?
9. A gasolina nacional é uma mistura de 75% de hidrocarbonetos, principalmente octanos, e 25% Etanol. Numa bureta de 100 ml é adicionada 50 ml de gasolina e 50 ml de água, a mistura é agitada e deixada em repouso. Após este período é observado que o volume de água é maior que o de gasolina, explique por que esta diferença?

## APÊNDICE B: PLANO DE AULA

<b>PLANO DE AULA</b>
<p><b>IDENTIFICAÇÃO:</b>            Escola: Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Doutor Ubirajara Índio Do Ceará.            Série: 2ª série do Ensino Médio.</p>
<p><b>TEMPO DE AULA:</b> 50 minutos de aula expositiva.</p>
<p><b>TEMA:</b> Geometria Molecular.</p>
<p><b>OBJETIVOS:</b>  <b>Objetivo geral:</b>            Compreensão de conceitos de geometria, arranjo e polaridade molecular.  <b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relembrar conceitos das séries passadas como estrutura de Lewis, geometria molecular, arranjo molecular e polaridade;</li> <li>2. Associar o conteúdo visto em sala de aula com o cotidiano;</li> <li>3. Reconhecer a definição de objetos de aprendizagem;</li> <li>4. Demonstrar o uso de objetos simples no auxílio da educação.</li> </ol>
<p><b>CONTEÚDO:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estrutura de Lewis;</li> <li>2. Arranjo molecular;</li> <li>3. Geometria molecular;</li> <li>4. Polaridade;</li> <li>5. E suas implicações nas moléculas e na nossa vida.</li> </ol>
<p><b>DESENVOLVIMENTO DO TEMA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solicitar que os alunos respondam um questionário inicial para avaliar o conhecimento prévio acerca do tema;</li> <li>2. Desenvolver uma aula sobre conceitos propostos no conteúdo;</li> <li>3. Exemplificar com modelos moleculares e <i>software</i> de modelagem Avogadro a origem de propriedades relacionadas a forma estrutural das moléculas;</li> <li>4. Avaliar, por meio de um questionário final, a aula e comparar os resultados obtidos.</li> </ol>
<p><b>RECURSOS DIDÁTICOS:</b>            Projetor, notebook, modelos estruturais, balões, pincel e quadro branco.</p>
<p><b>AVALIAÇÃO:</b>            Questionários inicial e final.</p>
<p><b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA:</b>            BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.. <b>Química: a ciência central</b>. 9.ed. São Paulo: Pearson, 2007.            FONSECA, M. R. M. da. <b>Química</b> / Martha Reis Marques da Fonseca. 1.ed. São Paulo: Ática, 2013.</p>

## APÊNDICE C: SLIDES DA AULA EXPOSITIVA.

Figura 10: Capa da apresentação da aula ministrada.

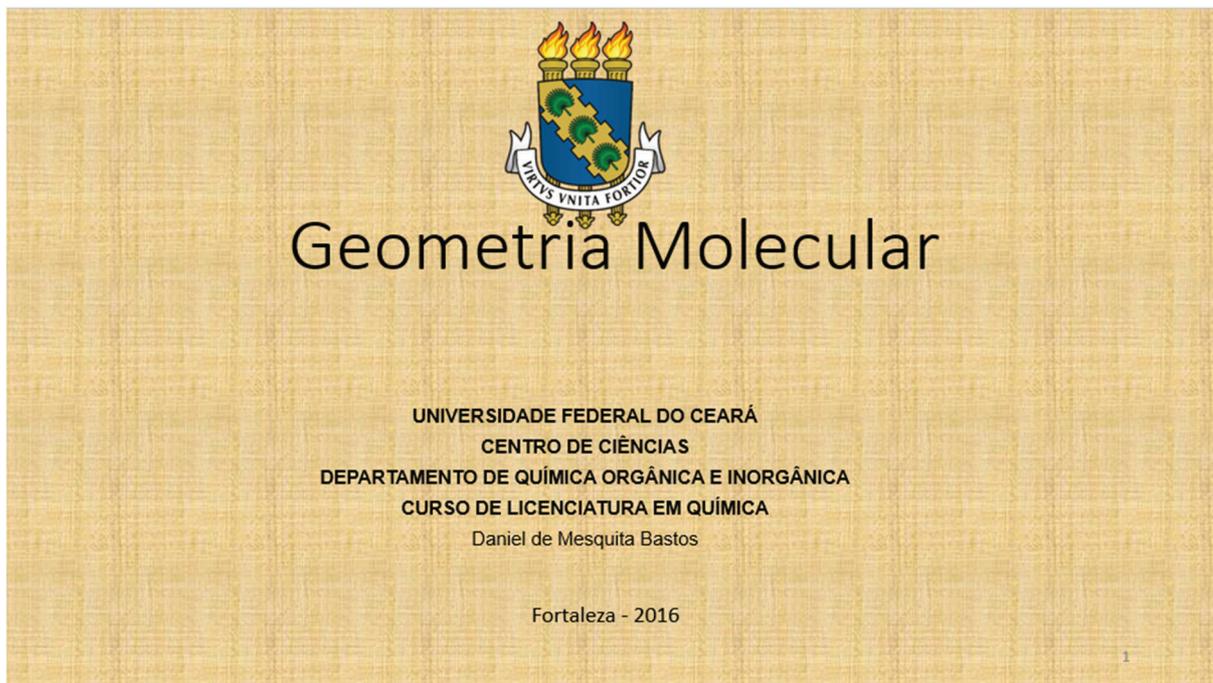


Figura 11: Geometria molecular.

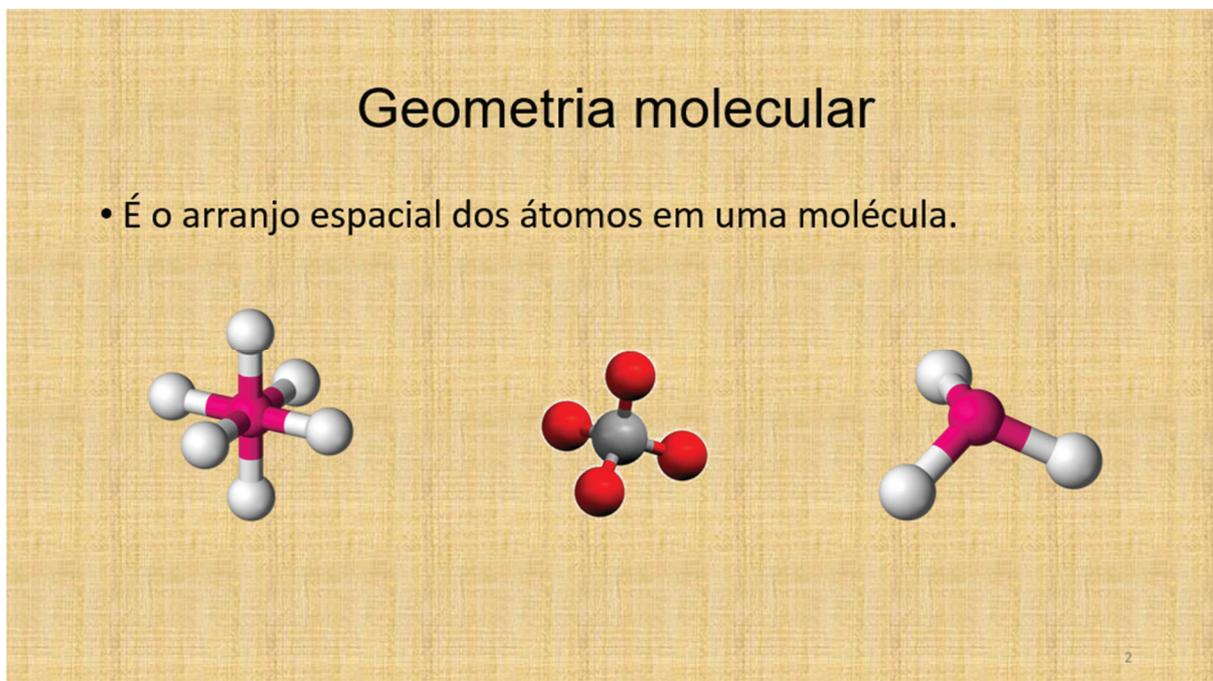


Figura 12: Estrutura de Lewis.

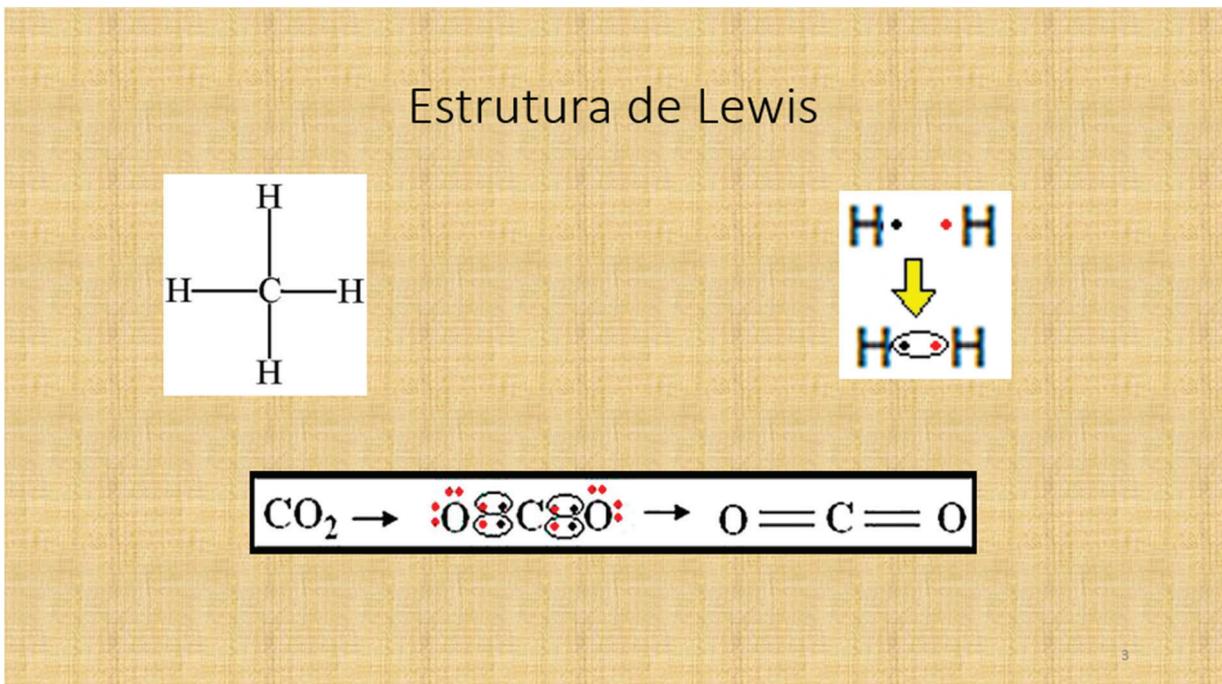


Figura 13: Regra do octeto.

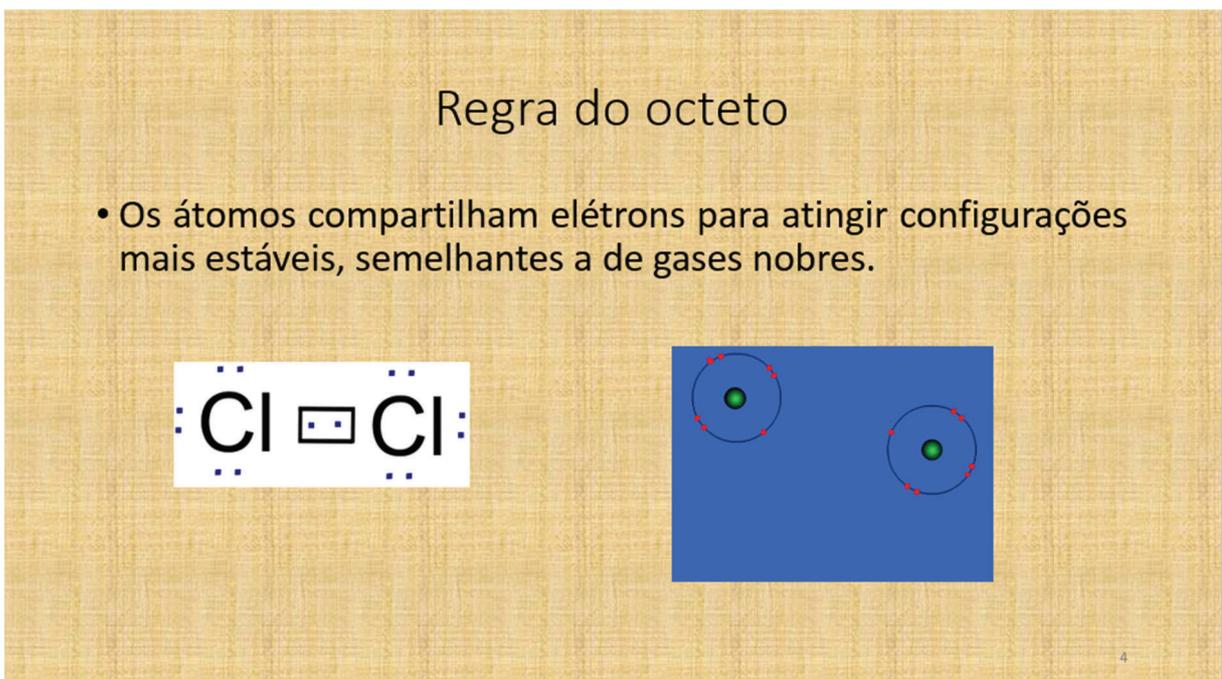


Figura 14: Exceções a regra do octeto.

### Exceções a regra do octeto

- Átomos com número ímpar de elétrons na camada de valência.
- Ex.: N=5 elétrons

5

Figura 15: Exceções a regra do octeto, continuação I.

### Exceções a regra do octeto

- Átomos com octeto expandido.
- Ex.: S e P, pois possuem orbitais d vazios.

SO<sub>2</sub>

**O enxofre ficou estável com dez elétrons**

SO<sub>3</sub>

**O enxofre ficou estável com doze elétrons**

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**O enxofre ficou estável com doze elétrons**

6

Figura 16: Exceções a regra do octeto, continuação II.

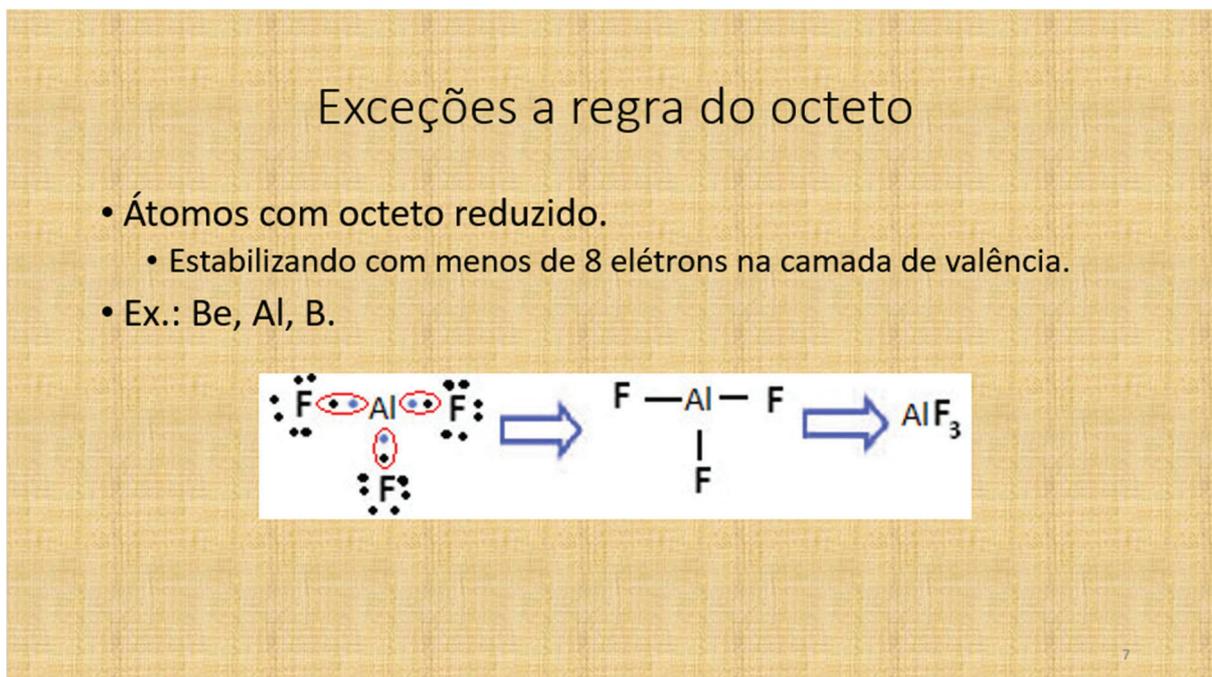


Figura 17: Teoria da RPECV.



Figura 18: Domínios pares eletrônicos.

### Domínios pares eletrônicos

Pares de elétrons	Pares de elétrons livres	Exemplo	Geometria pares de elétrons	Geometria molecular
1	0	H-H	Linear	Linear
2	0	CO <sub>2</sub>	Linear	Linear
3	0	BF <sub>3</sub>	Trigonal Planar	Trigonal Planar
	1	SO <sub>2</sub>	Trigonal Planar	Angular

9

Figura 19: Domínio pares eletrônicos, continuação I.

### Domínios pares eletrônicos

Pares de elétrons	Pares de elétrons livres	Exemplo	Geometria pares de elétrons	Geometria molecular
4	0	CH <sub>4</sub>	Tetraédrica	Bipirâmide Triangular
	1	<b>NH<sub>3</sub></b>	Tetraédrica	Piramidal
	2	H <sub>2</sub> O	Tetraédrica	Angular
5	0	PCl <sub>5</sub>	Bipirâmide Triangular	Bipirâmide Triangular
	1	SF <sub>4</sub>	Bipirâmide Triangular	Gangorra
	2		Bipirâmide Triangular	Forma de T
	3		Bipirâmide Triangular	Linear

10

Figura 20: Domínio pares eletrônicos, continuação II.

### Domínios pares eletrônicos

Pares de elétrons	Pares de elétrons livres	Exemplo	Geometria pares de elétrons	Geometria molecular
6	0	SF <sub>6</sub>	Octaédrica	Octaédrica
	1	BrF <sub>5</sub>	Octaédrica	Pirâmide de Base Quadrada
	2	XeF <sub>4</sub>	Octaédrica	Quadrado Planar

11

Figura 21: Polaridade da molécula.

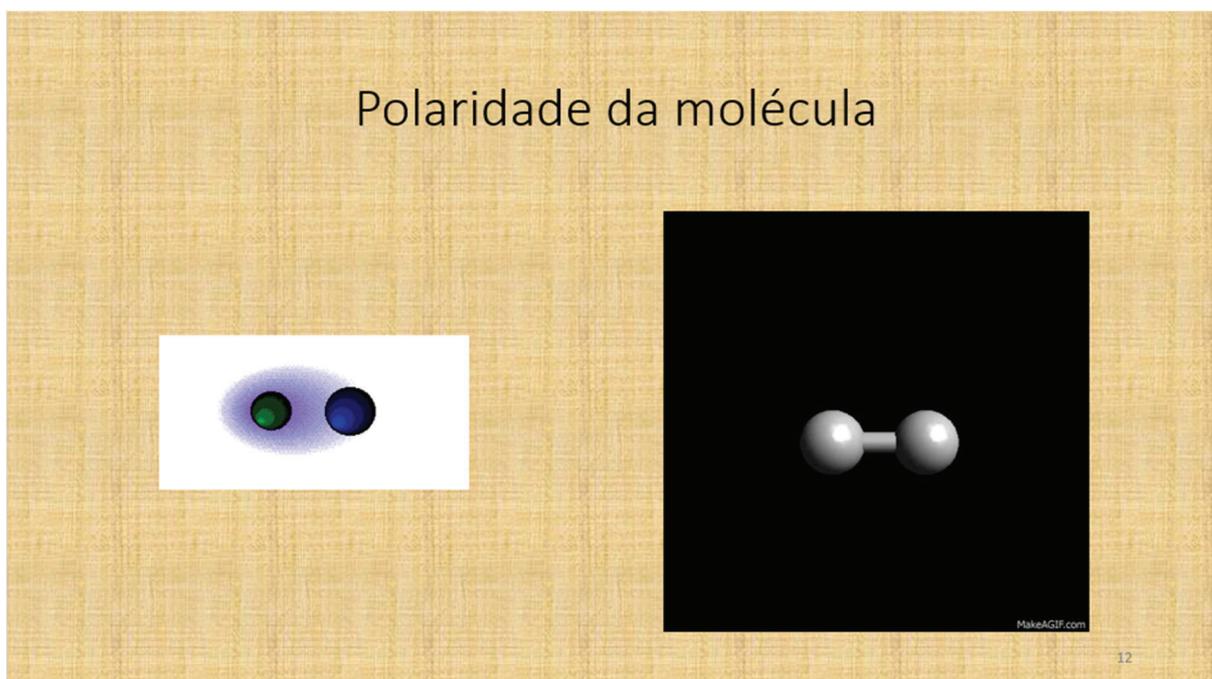
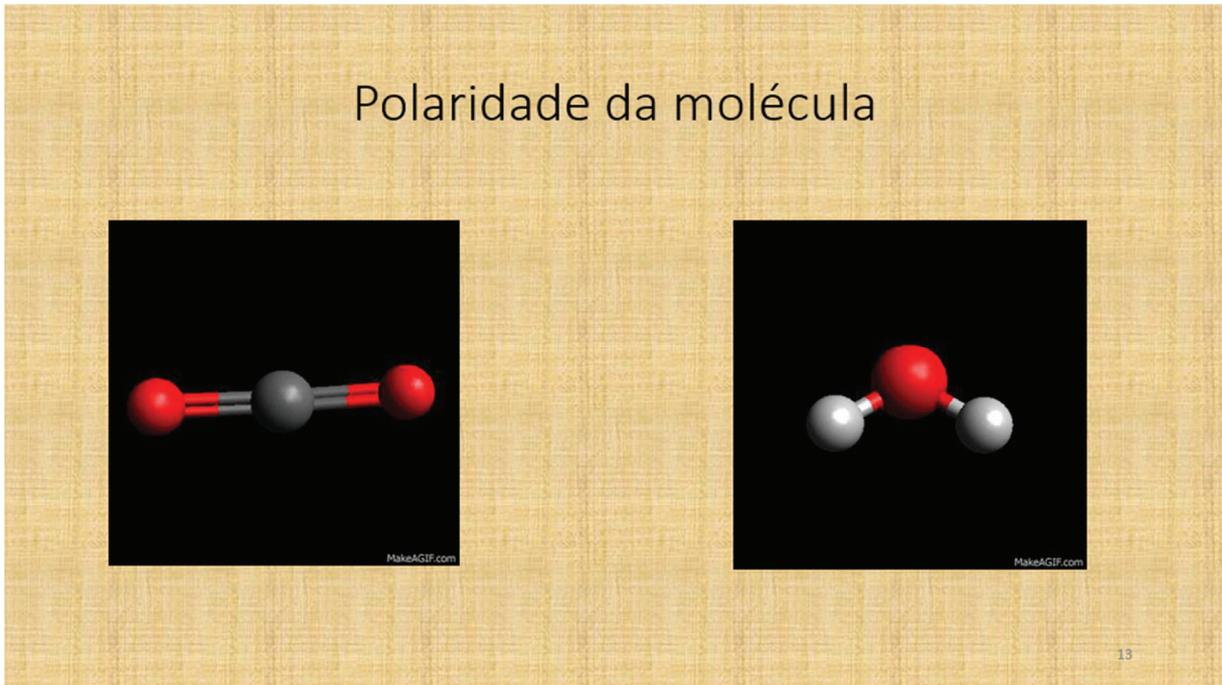


Figura 22: Polaridade da molécula, continuação.



**APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO FINAL****UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**Questionário depois da aula com *software* de modelagem e objetos de aprendizagem.**

1. Você já tinha visto exemplos de química com modelos?  
( ) Sim ( ) Não
2. O uso de balões facilitou a visualização das estruturas moleculares e sua variação de ângulos?  
( ) Sim ( ) Não
3. O uso de objetos de aprendizagem melhorou o entendimento do conteúdo?  
( ) Sim ( ) Não
4. As moléculas de  $H_2O$  e  $NH_3$  possuem a geometria de pares de elétrons tetraédrica, porém não possuem ângulos de ligação iguais, por quê?
5. Observe as moléculas a seguir:  $HBr$ ,  $PCl_5$ ,  $H_2S$ . Suas geometrias moleculares e polaridades são respectivamente:
  - a. Tetraédrica/polar; tetraédrica/polar; trigonal plana/polar.
  - b. Piramidal/ polar; tetraédrica/polar; trigonal plana/apolar.
  - c. Trigonal plana/apolar; angular/polar; tetraédrica/apolar.
  - d. Linear/polar; Bipirâmide trigonal/apolar; angular/polar.
  - e. Piramidal/apolar; piramidal/apolar; linear/apolar.

Agradecemos a colaboração.