



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA**

**ALLANDEIVERSON SANTOS DE SOUSA**

**UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS MÓVEIS PARA MELHOR  
COMPREENSÃO DOS ASSUNTOS DE GEOMETRIA MOLECULAR,  
POLARIDADE E FORÇAS INTERMOLECULARES, NO CONTEXTO DE  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

**FORTALEZA**

**2019**

ALLANDEIVERSON SANTOS DE SOUSA

UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS MÓVEIS PARA MELHOR COMPREENSÃO  
DOS ASSUNTOS DE GEOMETRIA MOLECULAR, POLARIDADE E FORÇAS  
INTERMOLECULARES, NO CONTEXTO DE APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA.

Monografia submetida à Coordenação do Curso  
de Graduação de Licenciatura em Química da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
para obtenção parcial do Título de Graduado  
em Licenciatura em Química.

Área de Concentração: Química Licenciatura

Orientador: Prof. Dr. Adonay Rodrigues Loiola

FORTALEZA  
2019

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)

---

- S696u Sousa, Allandeiverson Santos de.  
Utilização de aplicativos móveis para melhor compreensão dos assuntos de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares, no contexto de aprendizagem significativa. / Allandeiverson Santos de Sousa. – 2019.  
78 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Adonay Rodrigues Loiola.
1. Ensino de Química. 2. Geometria Molecular. 3. Tecnologia. I. Título.

CDD 540

---

ALLANDEIVERSON SANTOS DE SOUSA

UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS MÓVEIS PARA MELHOR COMPREENSÃO  
DOS ASSUNTOS DE GEOMETRIA MOLECULAR, POLARIDADE E FORÇAS  
INTERMOLECULARES, NO CONTEXTO DE APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA.

Monografia submetida à Coordenação do Curso  
de Graduação de Licenciatura em Química da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
para obtenção parcial do Título de Graduado  
em Licenciatura em Química.  
Área de Concentração: Química Licenciatura.

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

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Adonay Rodrigues Loiola (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Elisane Longhinotti  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Arcelina Pacheco Cunha  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

Caminhar para a conclusão de uma etapa, como o término de uma graduação, me faz refletir que as contribuições para eu chegar até aqui são de diversas naturezas.

Agradeço primeiramente a Deus centro de toda a minha existência, sem Ele nunca teria chegado até aqui.

Aos meus pais, Sandrileza e Francisco, por todo apoio incondicional que sempre me deram. Por serem meus primeiros professores e meus exemplos de vida no qual sempre me espelhei. Por fazerem o possível e o impossível para que eu me formasse, sempre falando que o caminho da Educação é sempre o melhor trajeto a seguir. Por inúmeras vezes que deixaram de seguir seus sonhos para que eu seguisse os meus, palavras já mais expressariam toda gratidão que sinto por eles.

A minha família pelo o apoio e incentivo, pois sempre estiveram comigo me dando forças para conseguir chegar até onde cheguei.

Aos meus grandes amigos de graduação Cristyam e Laura que compartilharam comigo os momentos mais diversos nessa trajetória. Obrigado por estarem comigo nos dias bons e os ruins, alegres e os tristes. Pelo tanto que me ensinaram e por me terem feito uma pessoa imensuravelmente melhor do que era antes de conhecê-los. Obrigado pelo companheirismo ao longo desses anos, serei extremamente grato a vocês lavarei comigo cada momento vivido.

Aos meus amigos Denílson, Paulo, Wellinson, Patrini, Henríque, Luane, Natália e Conceição por todas as lembranças boas que vocês me proporcionaram. Obrigado pelo carinho, amor, conselhos e momentos de descontração que vocês me deram.

A Luzirene Brigido, Ariana Marciel, Lucas Sá, Iago Torres e Aleph Andrade que sempre estiveram presentes na minha vida, fora do ambiente acadêmico, compartilhando momentos incríveis. É impossível olhar minha caminhada até aqui sem lembrar de cada um de vocês. Existe uma frase que parece ser clichê, mas, no entanto, é uma grande verdade “*existem amigos mais chegados do que irmãos*” e, sim, posso dizer com toda certeza que para a minha vida, cada um de vocês, se encaixam perfeitamente nessa frase. Com vocês pude ver o verdadeiro significado de uma amizade. Simplesmente, obrigado!

Ao Florêncio que, com muita paciência, me guiou em diversos momentos para meu crescimento profissional e pessoal dentro do laboratório de pesquisa.

Ao grupo de Bioinorgânica por todo aprendizado adquirido nesses 2 anos e meio de iniciação científica no laboratório. Pela as reuniões que me fizeram enxergar o quão é imenso a Química Inorgânica, agradeço cada professor, em especial aos professores Luiz Gonzaga de França Lopes e Eduardo Henrique Silva de Sousa.

Ao meu orientador de monografia professor Adonay Loiola que esteve disposto a me conduzir ao caminho certo. Por ter me recebido, desde do primeiro dia que bati na sua porta, e por ter confiado na minha capacidade para desenvolver essa pesquisa.

A Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra por ter cedido os espaços para aplicação da pesquisa como também pelo início da minha formação.

A professora Selma e professora Nágila pelos seus ensinamentos na disciplina de Prática de Ensino em Química.

E por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para meu crescimento pessoal e também profissional nessa minha caminhada acadêmica.

## RESUMO

Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) surgem como forma de desmistificar a disciplina de Química que é considerada, pelos estudantes do Ensino Médio, uma das mais difíceis de ser compreendida. Essa problemática pode estar relacionada com o fato de que muitos assuntos dessa Ciência se tratam de aspectos microscópicos, dificultando a compreensão de determinados fenômenos e visualização das moléculas. Dentro dessa perspectiva, a busca por novos softwares educacionais (mobile learning) que tenham como foco conteúdos de Química, vêm crescendo gradualmente nos dias atuais. E esses aplicativos têm se mostrado bastante efetivos, quando utilizados, para demonstrar como as moléculas se posicionam no espaço, fazendo com que a aula se torne mais interessante e atrativa para o estudante. Além do mais, o capacita para entender essa parte primordial da química que é a geometria molecular, pois a partir desse assunto pode-se englobar outros conteúdos como: polaridade e forças intermoleculares. Neste trabalho apresenta um estudo qualitativo relacionado a tecnologia e a sala de aula visando facilitar a aprendizagem dos estudantes, através da utilização de dois aplicativos móveis, referentes a tema de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares, tendo como propostas metodológicas a aprendizagem significativa e *mobile learning*. A análise foi realizada na Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra, aplicada a alunos do 3º ano e foi constituída em três encontros. No primeiro encontro foi dividido em duas etapas, a aplicação de um questionário de sondagem e uma entrevista, já no segundo encontro foi ministrado uma aula totalmente expositiva utilizando o método de ensino tradicionalista para explanação dos temas e por fim, no terceiro encontro os alunos fizeram o uso dos aplicativos revisando o conteúdo visto e foram sujeitos a outro questionário. A partir dos dados coletados na entrevista e resultados obtidos dos questionários, verificou-se que os alunos tiveram uma aprendizagem mais efetiva, utilizando os apps e das metodologias abordadas, quanto ao conteúdo de geometria molecular. Da mesma forma apresentaram uma evolução significativa na definição dos conceitos de polaridade e forças intermoleculares.

Palavras-chave: Ensino de Química. Geometria Molecular. Tecnologia.

## ABSTRACT

Digital Information and Communication Technologies (DICTs) appear as a way of demystifying Chemistry that is considered by the students of High School, one of the contents most difficult to be understood. This problematic may be related to the fact that some contents is subject to the analysis of microscopic data, making difficult the understanding of certain phenomena and visualization of the molecules. Considering that, a search for new educational software (mobile learning) that focus on teaching of chemistry, has been growing in the present day. These applicative in conjunction with the active methodologies assists in the understanding of the how to behave a certain geometry in the space, making a class become more interesting and attractive for the student. Moreover, the ability to understand a primordial part of chemistry which molecular geometry, since from this subject one can include others such as: dipole moment and intermolecular forces. The research aimed to develop a study related to technology and classroom allows students to learn through the use of mobile applications, the themes of molecular geometry, dipole moment and intermolecular force having as methodological proposal active learning and mobile leaning. The school that applied this research was Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra focusing on 3rd students of High School. Initially, an initial questionnaire applied and an interview with the students, after that was given a totally expositive class on the themes, and finally, the last meet with students, was used the applications and then was applied the final questionnaire. From the data collected in the interview and results obtained from the questionnaires, it was verified that the students had a more effective learning, using the mobile phone and the methodologies addressed of the content molecular geometry as well as presented an evolution in the definition of the concepts of dipole moment and intermolecular forces.

**Keywords:** Chemistry teaching. Molecular Geometry. Technology.



## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação da molécula de fenilalanina.....	17
<b>Figura 2</b> - Visão dos ícones dos aplicativos utilizados. Em (a) o aplicativo Molecular 3D e em (b) o aplicativo Geometria Molecular. ....	31
<b>Figura 3</b> - Tela inicial do aplicativo Molecular 3D. Em (a) imagem da tela de pesquisa; (b) geometria molecular de uma molécula que assume a geometria quadrado planar; (c) geometria molecular de uma molécula que assume a geometria pirâmide trigonal .....	32
<b>Figura 4</b> - Tela inicial do aplicativo Geometria Molecular. Em (a) tela inicial; (b) átomos disponíveis; (c) molécula de XeF <sub>4</sub> ; (d) orbitais envolvidos nas ligações. ....	33
<b>Figura 5</b> - Alunos respondendo o questionário de sondagem aplicado no 1° encontro. ....	34
<b>Figura 6</b> - Cronograma dos assuntos abordados na aula. ....	35
<b>Figura 7</b> - Utilização dos aplicativos e do modelo molecular. ....	37
<b>Figura 8</b> - Respostas dos estudantes à pergunta “Você sente dificuldade em aprender Química?.....	39
<b>Figura 9</b> - Respostas dos estudantes à pergunta “Você já teve contato com o assunto de geometria molecular?”.....	40
<b>Figura 10</b> - Respostas dos estudantes à pergunta “Qual a geometria molecular da molécula de água?” .....	41
<b>Figura 11</b> - Rearranjos dos átomos para diminuir ao máximo a repulsão elétron-elétron. ....	41
<b>Figura 12</b> - Molécula de água assumindo as duas geometrias linear e angular, respectivamente. ....	42
<b>Figura 13</b> - Resposta dos alunos à pergunta do questionário “Consegue visualizar uma molécula tridimensionalmente?” .....	43
<b>Figura 14</b> - Quantidade de alunos que acertaram e erraram as perguntas. ....	44
<b>Figura 15</b> - Geometria das moléculas utilizadas na entrevista. ....	46
<b>Figura 16</b> - Respostas dos alunos à pergunta “Com que frequência seu professor utiliza algum recurso tecnológico para ensinar Química?” .....	49
<b>Figura 17</b> - Respostas dos alunos à afirmação “Eu considero que a utilização do celular como ferramenta de ensino muito importante.” .....	50
<b>Figura 18</b> - Moléculas utilizadas como exemplos para mostrar uma determinada geometria. ....	53
<b>Figura 19</b> - Grupo de estudantes tentando observar como estar rearranjada uma molécula cuja sua geometria é octaédrica. ....	54

<b>Figura 20</b> - Moléculas utilizadas para exemplificar o momento dipolo.....	55
<b>Figura 21</b> - Aula utilizando o celular como ferramenta educacional, como forma de melhorar a compreensão dos alunos sobre a temática de geometria molecular. ....	57
<b>Figura 22</b> - Respostas dos estudantes as perguntas sobre geometria molecular no questionário final.....	58
<b>Figura 23</b> - Respostas dos estudantes à pergunta “Os aplicativos são simples de serem utilizados?” .....	62

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Prós e contras pertinentes de alguns estudantes entrevistados em relação ao uso da tecnologia na educação.....	51
<b>Tabela 2</b> - Feedbacks de alguns estudantes em relação aos aplicativos utilizado. ....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS

app	Aplicativo
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
RPECV	Repulsão de Pares de Elétrons na Camada de Valência
TAS	Teoria de Aprendizagem Significativa
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TMSF	Tecnologias Móveis Sem Fio
iOS	Sistema Operacional do Iphone

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 Educação e Tecnologia.....	17
1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).....	19
1.3 Ensino de Química e as Tecnologias Digitais .....	20
1.3.1 Softwares Educacionais.....	22
1.3.2 Softwares Educacionais no Ensino de Química. ....	22
1.3.3 Contradições do Ensino interligado com a Tecnologia .....	23
1.4 Mobile Learning, dispositivos móveis e aplicativos .....	25
<b>2.0 OBJETIVOS .....</b>	<b>28</b>
2.1 Objetivo Geral .....	28
2.2 Objetivo Específicos.....	28
<b>3.0 METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
3.1 Cenário da Pesquisa.....	29
3.2 Processo da Pesquisa .....	29
3.3 Seleção dos Aplicativos.....	30
3.3.1 Sobre os Aplicativos.....	31
3.4 Público Alvo e Desenvolvimento da Pesquisa .....	33
3.4.1 Primeiro Encontro.....	34
3.4.2 Segundo Encontro.....	35
3.4.3 Terceiro Encontro .....	36
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
4.1 Primeira Etapa .....	39
4.2 Segunda Etapa .....	52
4.3 Terceira Etapa.....	56
<b>5.0 CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – IMAGENS DAS ESTRUTURAS UTILIZADAS NA ENTREVISTA RETIDADA DO APLICATIVO <i>MOLECULAR 3D</i> E IMPRESSA EM PAPEL A4.....</b>	<b>73</b>

<b>APÊNDICE C – PLANO DE ENSINO ELABORADO REFERENTE A AULA EXPOSITIVA MINISTRADA NO 2º ENCONTRO.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE D – LISTA DE ATIVIDADES.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE E – CRONOGRAMA PARA APLICAÇÃO DO 3º ENCONTRO. ....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>78</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

Um dos princípios da educação, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB Lei N° 9.394/96) é a formação dos estudantes para o desempenho da cidadania. Segundo Costa (2017), a Química e seus conteúdos podem e devem ser posicionados nesse compromisso quando contribuem para o desenvolvimento da capacidade do aluno em participar criticamente nas questões da sociedade, onde ele possa tomar decisões fundamentais sobre os impactos que essas mesmas possam causar na vida dele e na vida da comunidade.

Mas como tornar esse aspecto mais intuitivo e eficaz para que os conteúdos possam ser aplicados corretamente e ao final serem melhor compreendidos, uma vez que é notável a decepção dos discentes no que se refere ao ensino tradicional e ao processo de ensino e aprendizagem?

Diversas pesquisas relatam que o Ensino de Química no Ensino Médio é estruturado em torno de atividades que levam à memorização dos conteúdos, limitando o aprendizado e desmotivando os discentes, impossibilitando o entendimento dos assuntos de química. E é partindo dessas restrições, que estão relacionados alguns aspectos que bloqueiam a aprendizagem do estudante, como por exemplo: a dificuldade de abstração de conceitos e a falta de compreensão de muitos fenômenos (SANTOS, 2013).

Com isso, fazer com que o aluno construa um pensamento crítico comprometido com a cidadania e que possa auxiliá-lo a pensar em toda a sociedade na qual está inserido, vem sendo um dos grandes desafios para os professores, pois as metodologias utilizadas para se chegar nesse objetivo ainda contém grandes resquícios do ensino tradicional.

A abordagem desse método de ensino tem como sua característica limitar e colocar o aluno como ser passivo da aprendizagem que é, muitas das vezes, tratado como mero ouvinte das informações que o educador expõe, tornando interligáveis os conhecimentos prévios ou fenômenos observados ao longo de sua vida, acarretando em um ensino muito mecanizado que não se adequa para essa geração.

É importante ressaltar que propagar os conteúdos de química não é simplesmente “jogar” conhecimento, sobre os estudantes e esperar que eles passem a dominar a matéria (CANTO, 1993). Atitudes dessa natureza acarretam em diversas consequências para os estudantes como, por exemplo, desinteresse e desmotivação

Em contrapartida, o papel do docente que ministra a disciplina de Química é procurar sair do modelo cartesiano do tradicionalismo, o que pode ser intermediado pela adesão a novas metodologias. Estas devem possibilitar a melhoria da aprendizagem dentro da sala de aula, proporcionando uma evolução na qualidade do ensino e, assim, tornando as aulas mais compreensíveis, atrativas e encantadoras para os estudantes.

Outro aspecto a ser colocado em pauta é que a Química é uma Ciência que estuda a matéria e suas transformações, baseando-se na observação de processos e fenômenos químicos, físicos e biológicos. Muitos desses processos, contudo, não podem ser visualizados devido à sua natureza microscópica (SCHWARZ, 2009).

Diversos estudos revelam que a discriminação desenvolvida pelos alunos da Educação Básica pela a disciplina de Química, em especial no Ensino Médio, ocorre não só em virtude da metodologia tradicional utilizada pelo professor, mas também pelo fato da não compreensão de conteúdos que envolvem aspectos microscópicos, os quais demandam elevada capacidade de abstração por parte dos discentes. Diante disso, existe uma grande dificuldade dos professores em ministrar assuntos que dentro do espectro microscópico dessa ciência necessitam de uma visualização tridimensional, uma vez que exemplificar algo que se encontra totalmente diferente rearranjado do espaço em um quadro branco, se torna uma problemática extremamente desafiadora.

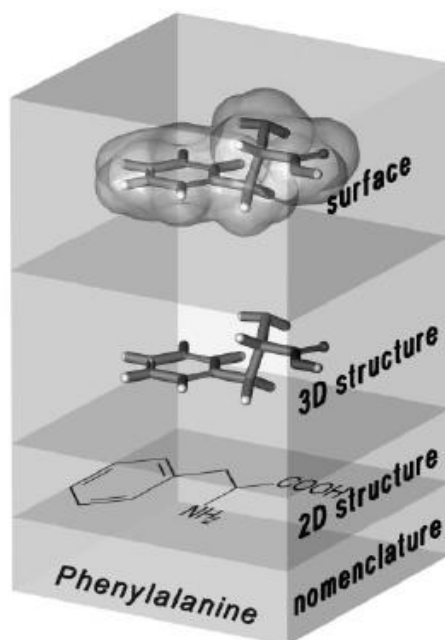
Um dos temas em particular que apresenta essa dificuldade, é o conteúdo de geometria molecular no qual inúmeras dúvidas são relatadas entre os educandos (FERNANDES, 2002; SKONIECZNY, 2006). Esse conteúdo, quando abordado em sala de aula, é na maioria das vezes exposto na forma bidimensional, ou seja, desenhando as geometrias e arranjos no quadro branco proporcionando para aluno apenas uma visão em duas dimensões. Segundo Gasteiger (2003), a representação 2D das moléculas é utilizada pelos químicos, para tornar a explicação de determinadas geometrias mais “didática” para pessoas leigas.

No entanto, apresentar uma molécula no âmbito bidimensional torna a estrutura química incompleta, pois existem várias informações que se for apresentada a estrutura da molécula completa proporcionam um melhor entendimento, como a posição dos átomos no espaço, o ângulo e a distância entre eles.

Na Figura 1 se encontra a representação da molécula de fenilalanina em diversas camadas, tanto adquirindo sua forma bidimensional como tridimensional.



**Figura 1-** Representação da molécula de fenilalanina.



Fonte: Gasteiger (2003).

Diante das dificuldades encontradas no Ensino de Química, percebe-se que é necessário trabalhar com novas possibilidades, estratégias ou propostas pedagógicas facilitadoras que possam ajudar nas representações dessas moléculas proporcionando o maior estreitamento da relação ensino e aprendizagem para o conteúdo em questão, uma vez, que esse conteúdo é fundamental para aprender sobre polaridade e conseqüentemente forças intermoleculares. Temas esses, que possuem interseção com outros tópicos dessa Ciência como na química moderna com a estrutura de biomoléculas, catalisadores industriais e polímeros sintéticos (CANE; WILLIAMS, 2018 GILLESPIE, 1997).

### 1.1 Educação e Tecnologia

A educação deste século vem passando por uma transição dos métodos de aprendizagem utilizados dentro da sala de aula, diversas são as teorias de aprendizagem que têm como finalidade tornar o conhecimento mais efetivo para os discentes, como por exemplo: Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), Aprendizagem por Descoberta, Aprendizagem Cooperativa etc.

A utilização de recursos tecnológicos oriundos dos avanços experimentados especialmente na última década vêm sendo uma das grandes apostas no meio educacional para dinamizar e tornar mais eficaz o Ensino. A tecnologia educacional afeta a rapidez de

distribuição do conhecimento e a sua produção, o modo como se aprende, os contextos da realização das aprendizagens e a forma como nós podemos relacionar com os outros. Isto implica um redimensionamento da escola, do professor e do aluno.

É cada vez mais necessário que professores e alunos se mantenham on-line, isto é, num espaço de partilha, de colaboração e de construção em rede. Deste modo, o professor deixa de ser o único mentor de distribuição da informação e do saber, passando a desempenhar o papel de distribuidor de informação e conhecimento, que se estabelece e se desenvolve no âmbito da comunidade de aprendizagem em rede (DIAS, 2004).

Uma vez que os alunos gostam tanto de aulas que utilizam a tecnologia, por que não aproveitar essa oportunidade e usa-la a seu favor? A aula pode entusiasmar os alunos de maneira ao menos parecida com que são excitados pelos jogos e filmes de alta qualidade em efeitos especiais. A escola precisa moderniza-se a fim de acompanhar o ritmo da sociedade (SOUSA, 2000, p.02).

Torna-se evidente que a educação ao longo dos anos vem se transformando constantemente e que nos dias atuais recorrer a junção entre discente, professor e tecnologia, dentro da educação, pode se tornar uma ferramenta que possibilite um maior aprendizado para o aluno.

E é com esse viés que atualmente as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) estão se propagando no meio educacional, pois se encontram presentes no nosso cotidiano, desde o acesso a televisão até smartphones. As TDICs são, portanto, parte da cultura tecnológica contemporânea, e impactam direta ou indiretamente o desenvolvimento das capacidades físicas e mentais e das formas de comunicação. Assim, pode-se afirmar que tais recursos estão imbricados no âmbito educativo (LOUREIRO, LIMA E SOARES, 2014).

O uso de TDICs é definitivo e irreversível, uma vez que à medida que se incorpora aos hábitos cotidianos os modificam. A evolução da humanidade está intrinsicamente ligada às tecnologias que foram desenvolvidas e empregadas em cada época, ou seja, a evolução tecnológica não se restringe apenas aos novos usos de equipamentos e produtos, mas também na forma de se comunicar de conviver de aprender (LIMA, 2018; NOGARD; ECCO, 2013). Além do mais, essas tecnologias podem ajudar gestores, professores e alunos pois viabilizam a harmonização dos temas e dos eventos do desenvolvimento da aprendizagem as mais variadas classes e personagens, já que

transforma a escola em um lugar democrático e promotor de ações educativas (COSTA, 2017; OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015).

Por outro lado, há o temor por parte de alguns professores quanto a utilização dessas tecnologias. Isso está relacionado principalmente com o potencial de distração que tais recursos podem provocar aos alunos dentro da sala de aula. No entanto, isso pode ser evitado a partir da compreensão do recurso tecnológico que o professor irá escolher pra utilizar na aula.

É preciso que o professor conheça as ferramentas que tem à sua disposição se quiser que o aprendizado aconteça de fato. O uso das tecnologias na escola está além de disponibilizar tais recursos; ele implica aliar método e metodologia na busca de um ensino mais interativo (SOUSA, 2000, p. 03).

O professor não deve ter receio em utilizar essas ferramentas. No fundo, elas devem servir como uma extensão da sala de aula e de seus conhecimentos, facilitando o aprendizado e transformando o conteúdo em objeto de curiosidade e interesse. Cabe o docente se apropriar desses recursos e usá-lo, adaptando-os a realidade vivenciada em cada escola e de cada turma. Costa (2017) afirma que para se utilizar tais recursos, é importante que toda a aula e sua metodologia sejam planejadas e estruturadas especificamente para um determinado grupo de estudo, desenvolvendo assim as habilidades deficientes na classe.

Outra questão a ser colocada em pauta é que para uma utilização eficiente dessas ferramentas, os docentes necessitam de capacitação constante. A variedade de programas disponíveis e atividades interativas é bastante significativa e, portanto, que muitas vezes o professor não sabe como utilizá-las.

## **1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)**

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi proposta por David Ausubel e como já diz em seu nome tem ênfase na aprendizagem de conceitos, é caracterizada pelo processo no qual um novo conhecimento se interliga de modo substantivo e não arbitrário, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, ao que o indivíduo já sabe e que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo ou um conceito (GUIMARÃES, 2012).

Nesse desenvolvimento, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimentos específicos no qual David chama de subsunçor, estabelecendo ligações entre o que o indivíduo sabe e o que ele está aprendendo (SOUZA, GUIMARÃES, 2012).

Subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existentes na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (i.e., que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação (GUIMARÃES 2012).

Para Ausubel, a sua teoria apresenta três ramificações essenciais para ocorrer uma verdadeira aprendizagem significativa são elas: oferta de um novo conhecimento que deve ser estruturada de maneira lógica, utilização de subsunçores ou conhecimentos prévios na estrutura cognitiva e o esforço do estudante em conectar um novo conhecimento de forma não arbitrária e não literal com o subsunçor já presente em sua estrutura cognitiva (TAVARES, 2004). Sendo os subsunçores a base da pirâmide para se efetivar essa Teoria de Aprendizagem.

Quando o estudante não possui conhecimentos prévios para se obter novos conhecimentos, como ocorre em muitos conteúdos que necessitam de uma visão microscópica, pode-se utilizar os denominados organizadores prévios.

[...] quando o material de aprendizagem não é familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores recomenda-se o uso de um organizador expositivo que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que ele deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz (MOREIRA, 2012).

Com isso, os organizadores prévios têm como finalidade conceder ao estudante subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva. É possível suprir essa deficiência em temas abstratos, utilizando os organizadores prévios para mostrar que é possível fazer a relação entre os novos conteúdos com os conhecimentos pré-existentes em sua estrutura cognitiva.

### **1.3 Ensino de Química e as Tecnologias Digitais**

A disciplina de Química é notoriamente conhecida como de grande dificuldade para a maioria dos estudantes da Educação Básica. Tal fato decorre principalmente da maneira como o ensino tradicional ainda se encontra enraizado em muitos docentes, como também a ausência de aulas dinamizadas, como por exemplo as aulas experimentais, que interligue a teoria com a prática.

Essa ciência também raramente é vista no contexto do cotidiano, ou seja, a falta de contextualização faz com que as associações não sejam efetivas acarretando na incompreensão dos conteúdos. De acordo com Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2000), a contextualização é um recurso por meio do qual a escola pode retirar o estudante da condição de mero espectador, pois considera que todo conhecimento parte, inicialmente, de um vínculo entre o indivíduo e contexto no qual estar inserido como também a sua vivência.

E a falta desse recurso, acarreta diversos problemas para educação das Ciências como um todo, segundo Mosé (2014) o conhecimento é abstrato, o professor desenha uma planta no quadro e comenta sobre os detalhes de sua formação e não abre a janela da sala para mostrar para os alunos uma planta por exemplo, tal afirmação demonstra a carência de aproximação dos conteúdos ministrados com cotidiano do aluno, acarretando no desinteresse, pois acham que o assunto é estático e não possui nenhum parâmetro com mundo real.

Tomando o direcionamento para a Química, a falta de contextualização e exemplificação dificulta em alguns conteúdos ministrados pois sabe-se que essa ciência possui vários temas como: estrutura atômica, ligações químicas, geometria molecular, polaridade, forças intermoleculares, soluções e estereoquímica, nos quais se tratam de aspectos microscópicos que requer dos alunos a capacidade de abstração ou de uma visualização mais tridimensional.

E é por dessa falta, que muitos discentes vêm perdendo o grande vislumbre pela Química, resultando em um bloqueio mental impossibilitando de o indivíduo aprender novos conteúdos relacionado a essa área, propagando ainda mais a visão de que a Química é uma ciência muito abstrata e de difícil compreensão.

Dentro dessa perspectiva, com o desenvolvimento da tecnologia e do crescimento das (TDICs) no meio educacional, a utilização de recursos tecnológicos, principalmente softwares, vêm sendo uma das grandes apostas no meio educacional para dinamizar e tornar mais didático o Ensino de Química.

### 1.3.1 Softwares Educacionais

Software é uma palavra adotada para designar as linguagens que o computador é capaz de entender, os processos a serem seguidos para que ele processe a informação e os programas que é capaz de processar (MEIRELLES, 1988).

Sendo assim, pode-se inferir que existe uma distinção entre software educacional e software utilizado na educação, uma vez que primeiro é desenvolvido com fins pedagógicos, visando à aprendizagem de um determinado conteúdo. Já os softwares usados na educação são desenvolvidos com objetivos variados tais como o de editar de textos, organizar dados em planilhas eletrônicas, e até mesmo o acesso à internet. Apesar desses tipos de softwares colaborarem para o processo de ensino- aprendizagem, não se enquadram na categoria de softwares educacionais (NOBRE, 2018; MEIRELLES, 1998).

Segundo Nobre (2018) existem diversos tipos de softwares, a saber:

- **Software tutorial** que tem com finalidade informar de maneira organizada uma sequência pedagógica e é composto de instruções programadas;
- **Software de processadores** de textos que serve para que os alunos possam expressar de forma escrita, proporcionando o desenvolvimento da leitura;
- **Softwares educacionais baseados em multimídia** proporcionam facilidades na combinação de textos, imagens, animações e sons;
- Os **jogos** permitem que aluno coloque em prática os conceitos e estratégias aprendidas;
- **Softwares de simulação** no qual oferece um ambiente exploratório, onde o aluno observa o fenômeno reproduzido pelo computador;
- **Software de autoria** são usados pelo professor quanto à aplicação de conceitos e estratégias;
- **Softwares de exercício e prática** onde são utilizados com a finalidade de fixação dos conteúdos ministrados em sala de aula, por meio de revisão.

### 1.3.2 Softwares Educacionais no Ensino de Química.

Inúmeros são os softwares educacionais que têm como finalidade de facilitar o entendimento do aluno frente a um conteúdo.

- *ChemSketch*: tem como finalidade a montagem de estruturas de moléculas, permitindo ainda a visualização 3D em diferentes modelos de uma determinada molécula.
- *PhET*: softwares simuladores elaborado na Universidade do Colorado que têm com uma das suas vertentes simular situações voltadas para o assunto de soluções.
- *Avogadro*: tem como sua finalidade ilustrar o rearranjo tridimensional das moléculas com o acréscimo ou perda de átomos ligantes, facilitando a visualização e entendimento da resultante força dos ligantes na molécula verificando sua polaridade.
- *Sterogame*: software educacional que proporciona aos alunos aprenderem, através de jogos lúdicos, diversos conteúdos de química.
- *Rasmol*: tem como finalidade de proporcionar ao usuário a visualização de modelos moleculares em 3 dimensões.

A maioria dos softwares voltados para Educação em Química buscam, por meio de uma forma didática, representar ou demonstrar assuntos que não se tornam tão claros para os discentes pois necessitam de uma maior abstração.

Os softwares mais procurados pelo os discentes são aqueles que envolvem representações geométricas das moléculas e seus desdobramentos, tendo em vista o grande obstáculo de visualização de uma molécula em três dimensões (MCCOLLUM, 2014; APPLING, 2004; STIEFF, 2014).

### **1.3.3 Contradições do Ensino interligado com a Tecnologia**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (2000) afirmam que a formação do aluno deve ter como vetor principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas as áreas de atuação. Defendem também, o uso de tecnologias nos mais diversos níveis e áreas, e ainda afirmam que a denominada revolução informática promove mudanças radicais na área de conhecimento que passa a ocupar um lugar central nos processos de desenvolvimentos em geral (COSTA 2017).

Nesse contexto, a dissipação dos recursos tecnológicos digitais faz com que o ensino se torne mais didático, prático, acessível e consistente. A tecnologia e educação levam juntas a aquisição de conhecimentos sobre os quais o futuro da sociedade se alicerçará, necessitando que a tecnologia esteja imediatamente presente no currículo

escolar. Ens (2002) esclarece que a expansão da era tecnológica trouxe consigo ferramentas educacionais interligados a tecnologia, sendo elas muito importante e válidas.

A relação entre professor e aluno, incluindo o ato de ensino e aprendizagem, em uma sociedade onde se tem tecnologias ativas presentes em todas as classes, não pode desprezar a unificação entre docente, discente, ensino, aprendizagem e tecnologia.

Existem inúmeros recursos que podem auxiliar a implementação da tecnologia no âmbito educacional. Uma delas são as Tecnologias Móveis Sem Fio (TMSF) tendo em vista que a mobilidade para esse recurso é facilitada, ou seja, pelo fato de que a engenharia desses aparelhos possibilite utilização dos mesmos em diversos lugares (COSTA, 2017). Tablets e smartphones são instrumentos altamente práticos e que se tornaram sucesso em qualquer faixa etária, principalmente entre os jovens, são unânimes quando se trata de compatibilidade e interação social. Hoje, a população está preferindo recorrer ao celular do que ao computador como forma de comunicação e acesso à internet.

Nichele (2015) defende que o desenvolvimento de estudos com a adoção desse tipo de tecnologia móvel, principalmente o celular, e sem fio no contexto educacional, pode ser uma ferramenta bastante eficaz na assimilação de certos conteúdos. Em contrapartida, existe uma lei sancionada em 2008 que proíbe o uso de aparatos eletrônicos e similares nas instituições de ensino do estado do Ceará durante o horário de aula.

Art. 1º Ficam os alunos proibidos de utilizar telefone celular, walkman, discman, MP3 player, MP4 player, iPod, bip, pager e outros aparelhos similares, nos estabelecimentos de ensino do Estado do Ceará, durante o horário das aulas (Lei nº14.146, 2008).

A falta de consenso sobre o uso de telefone celular nas escolas é refletida em uma mistura política-educacional. Em outros estados há Leis que permitem que o aluno em determinados momentos, dentro o ambiente escolar, utilize seu aparelho celular, como por exemplo na hora do intervalo e após o término da aula. Porém, esse tipo Lei não é um muito comum pois poucos estados adotam esse posicionamento a maioria não permite que os alunos ao menos levem para escola, e muitos docentes não concordam com à ideia de ter dispositivos digitais dentro das salas de aula.



De fato, a incorporação de tecnologias, principalmente o celular, para fins educativos dentro da sala de aula se torna um assunto bastante complexo e delicado, uma vez que, afasta do modelo de ensino tradicional muito utilizado pelos os professores.

Essa problemática precisa ser revista e discutida, uma vez que a educação vivencia um paradoxo: o sistema de ensino almeja proporcionar aos alunos alicerces para que eles tenham autonomia e intervenham em um corpo social mutável, como afirma os PCNs, mas discursos e atitudes das escolas e de órgãos políticos educacionais vão para o caminho contrário (COSTA, 2017). Uma das propostas para desmistificar a utilização desses aparelhos em sala de aula é um trabalho em conjunto entre a escola e a família dos educandos garantindo que esses dispositivos não prejudiquem o aprendizado, e sim, instigue o aluno a aprender, tornando esses meios uma extensão da escola e um local de agregação de conhecimentos.

#### **1.4 Mobile Learning, dispositivos móveis e aplicativos**

Um poderoso dispositivo fruto da expansão da era tecnológica foi o celular. Com o passar dos anos vem se aprimorando cada vez mais. Os celulares do tipo smartphones (telefones inteligentes) estão se tornando cada vez mais comuns, passando a ocupar um espaço onipresente nas mãos dos alunos.

A geração jovem chamada geração Z, que comumente são aqueles que nasceram após 1990 e que não conhecem o mundo sem internet, são impulsionados pelas tecnologias digitais e não considera estranha a maravilha da pós- modernidade (DELAVALLI; CORRÊA, 2014). O celular é muito mais do que apenas um simples dispositivo móvel que é usado para fazer e receber ligação. Muitos jovens utilizam serviço de mensagens online, WhatsApp, em vez de e-mail e câmeras de celulares estão substituindo as câmeras convencionais.

Os smartphones não estão apenas mudando radicalmente o caminho das pessoas se comunicarem. Eles são também computadores poderosos e são pequenos suficientes para serem sempre carregados dentro do bolso. A atual geração de discentes está adotando esses dispositivos e tendem a usá-los quase que constantemente, assim como os aplicativos disponíveis nesse potente recurso tecnológico.

Aplicativos móveis, comumente chamados de apps, são softwares desenvolvidos para serem instalados em celulares, os apps tem como seu principal objetivo facilitar o dia -a dia do seu utilizador fornecendo as mais diversas funcionalidades, otimizando o tempo do indivíduo, dando ao mesmo uma sensação de conforto.

Assim, tendo em vista que essas ferramentas, celular e aplicativos, se mostram tão presente no cotidiano dos alunos, por que não unificar a educação com o celular, atraindo os alunos para aulas que possibilitem mais recursos de aprendizagem? É dentro dessa perspectiva que uma modalidade de aprendizagem vem ganhando evidência no espectro educacional: o *mobile learning* (aprendizagem móvel)

A interligação entre o contexto da aprendizagem e o contexto do indivíduo é exclusivo para aprendizagem móvel, uma vez que a aprendizagem pode ocorrer em contextos independentes, formais ou socializados (FROHBERG, 2009). Adicionalmente, para Kadirire (2009) *mobile learning* é uma forma de aprendizagem eletrônica que pode acontecer em qualquer lugar com a ajuda de um dispositivo de comunicação móvel, seja telefone móvel ou um assistente digital pessoal.

*O m-learning* (aprendizagem móvel ou com mobilidade) se refere a processos de aprendizagem apoiados pelo uso de tecnologias da informação ou comunicação móveis e sem fio, cuja a característica fundamental é a mobilidade dos aprendizes, que podem estar distantes uns dos outros e também em espaços formais de educação, tais como sala de aula, salas de formação, capacitação e treinamento ou local de trabalho (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA, 2010, p. 25)

Também segundo Costa (2013), é uma modalidade de ensino contextual que favorece novos tipos de comportamentos resultantes da interação sociocultural dos indivíduos e da convergência dos aspectos da usabilidade dos dispositivos móveis que permitem um fluxo de microconteúdos possibilitando uma real aprendizagem continuada, ou seja, sem emendas entre os episódios de aprendizagem formal, não – formal.

O grande desafio dos discentes com esse modelo de aprendizagem móvel é como tirar proveito dessas apps, no contexto de suas disciplinas, para ajudar a compreender determinados assuntos, inclusive na disciplina de Química. Uma das alternativas é instigar o aluno a revisar os assuntos abordados nos aplicativos e praticá-los em casa, deixando a tarefa de casa mais interessante para os educandos. Essa prática pode fazer com que o aluno melhore a compressão de diversos assuntos e faz com que o mesmo possa se sentir mais confiante e confortável para explorar os temas nas aulas.

Dentro dessa perspectiva, é que vem sendo criados apps para o ensino de diversos conteúdos de química. Os aplicativos mais recorrentes nos buscadores das plataformas digitais, são os que contemplam o assunto de geometria molecular, uma vez

que assunto que requer do aluno uma visualização 3D, e para um aluno do Ensino Médio fazer essa abstração e imaginar uma molécula rearranjada no espaço é um processo bastante complexo.

Essas ferramentas facilitam a compreensão promovendo um melhor entendimento desse tema, tornando o aplicativo o vetor principal para a efetivação de uma aprendizagem totalmente significativa, uma vez que, acionam seus subsunçores proporcionando uma nova concepção desse assunto.

Dessa forma, a união entre metodologias ativas, tecnologias móveis, no caso o celular, e o Ensino de Química, principalmente no tema de geometria molecular, tem se mostrado um caminho alternativo e inovador para proporcionar melhor desempenho acadêmico, além de promover entrosamento entre estudante e professor, motivando-os para uma aprendizagem efetiva.

Logo, a utilização de aplicativos para aulas com a temática geometria molecular em sala de aula proporcionará o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, auxiliando na compreensão na visualização de uma molécula no espaço tridimensional, além do mais capacita-o a entender o assunto de geometria molecular que é extremamente importante na química, pois é a partir desse que diversos conteúdos são abordados, tais como polaridade, forças intermoleculares, etc.

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Desenvolver estudo relacionado a tecnologia e a sala de aula para facilitar a aprendizagem dos estudantes, por meio da utilização dos aplicativos móveis, *Molecular 3D e Geometria Molecular*, junto ao tema de geometria molecular e suas ramificações, tendo como propostas metodológicas a aprendizagem significativa e a modalidade de ensino *mobile learning*.

### 2.2 Objetivo Específicos

- a. Examinar a dificuldade dos estudantes com assunto de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares;
- b. Refletir sobre os desdobramentos associados ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no Ensino da Química.
- c. Observar o processo de aprendizagem do aluno, em relação ao tema, em duas vertentes: ensino tradicional e com a utilização de uma ferramenta tecnológica, o aparelho celular;
- d. Analisar se ocorre aprendizagem significativa, interligado com a modalidade *mobile learning*, através dos aplicativos usados;
- e. Verificar o contato do estudante utilizando o dispositivo móvel, como ferramenta educacional, assim como averiguar o aplicativo e suas funcionalidades no que se relaciona ensino e aprendizagem.

### 3.0 METODOLOGIA

A abordagem desta pesquisa tem caráter qualitativo, uma vez que o “ambiente natural foi utilizado como fonte direta de coleta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental” (GODOY, 1995, p. 62). Para isto, manteve-se contato direto com o ambiente de estudo e realizou-se a coleta de dados por meio de fotos, anotações e questionários abertos e fechados. O desenvolvimento da pesquisa foi dividido de acordo com as seguintes etapas: Pesquisa e definição do tema, seleção de recursos tecnológicos didáticos, e a realização encontros com suas respectivas atividades com a turma, proporcionando a coleta de dados.

#### 3.1 Cenário da Pesquisa

As atividades referentes à aplicação deste estudo foram realizadas em uma escola pública na Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra localizada na Rua Monsenhor Liberato, 1850, Bairro de Fátima na cidade de Fortaleza/Ceará. A escola possui professores de química que atendem a todas as turmas e apresenta em sua estrutura 22 salas de aula, auditório, biblioteca, horta, cantina e laboratórios de Informática, Química e Biologia e Matemática e Física.

#### 3.2 Processo da Pesquisa

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico, fase que incluiu anotações e produção de fichas e transcrições de trechos, análises, interpretações e ideias significativas defendidas pelos autores. Foram feitas consultas em importantes revistas de educação no campo da Química tais como o *Journal of Chemical Education*, *Química Nova* e *Química Nova na Escola*. Outra base de pesquisa foram as Bibliotecas Virtuais de Instituições Universitárias tendo acesso a monográficas, dissertações e teses.

Com finalidade a compreender como a tecnologia interligada com a educação pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Química, foram utilizados os descritores “Tecnologia e Educação”, “Ensino de Química”, “geometria molecular”, “aprendizagem significativa”, “mobile learning” e “aplicativos educacionais”.

A pesquisa bibliográfica foi importante por servir de base para a interpretação e reflexão dos dados obtidos no estudo em questão, ajudando no entendimento de que é

fundamental que se construa uma escola que não se restrinja a ensinar apenas o conteúdo programático tradicionalmente, mas que também possa desenvolver metodologias dinâmicas e tecnológicas (NOBRE, 2018).

Tendo em vista que os dispositivos digitais são parte integrante e ativa da vida dos discentes, surge o pensamento de agregar a educação com a era da informatização utilizando os diversos recursos, como por exemplos aplicativos que estão disponíveis nas lojas online.

Para o uso dessas tecnologias com o enfoque no ensino e aprendizagem, é necessário que as atividades aplicadas sejam constituídas a partir de uma abordagem interacionista - construtivista - sistêmica de forma a contemplar o desenvolvimento de competências do aluno (SACCOOL, SCHLEMMER E BARBOSA 2010).

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da grande problemática de visualização de arranjos geométricos e compreensão de conceitos dos educandos sobre tema de geometria molecular e suas ramificações, com isso faz-se necessário um objeto de aprendizagem de fácil acesso que proporcione ao aluno a facilidade de abstração dentro do Ensino de Química, especificamente sobre o assunto em questão.

### **3.3 Seleção dos Aplicativos**

Há uma infinidade de aplicativos nas lojas virtuais, cada um com vários tipos e funções diferentes; para tanto, foram selecionados dois aplicativos. Esses foram escolhidos baseados em algumas características norteadoras:

1. O idioma do aplicativo deve ser em português ou se no caso o aplicativo possuir outro idioma ser, preferencialmente em inglês com o nível básico, pois há a necessidade dessa ferramenta ser compreendida integralmente pelos participantes;
2. O aplicativo deve ser gratuito, pois muitos não possuem condições financeiras para sustentar um aplicativo pago;
3. Deve ser compatível com várias plataformas e com vários sistemas operacionais, para que possa abranger a maior quantidade de alunos;
4. Ser fácil de ser encontrado, interativo, didático e voltado para o Ensino de Química, com a temática geometria molecular.

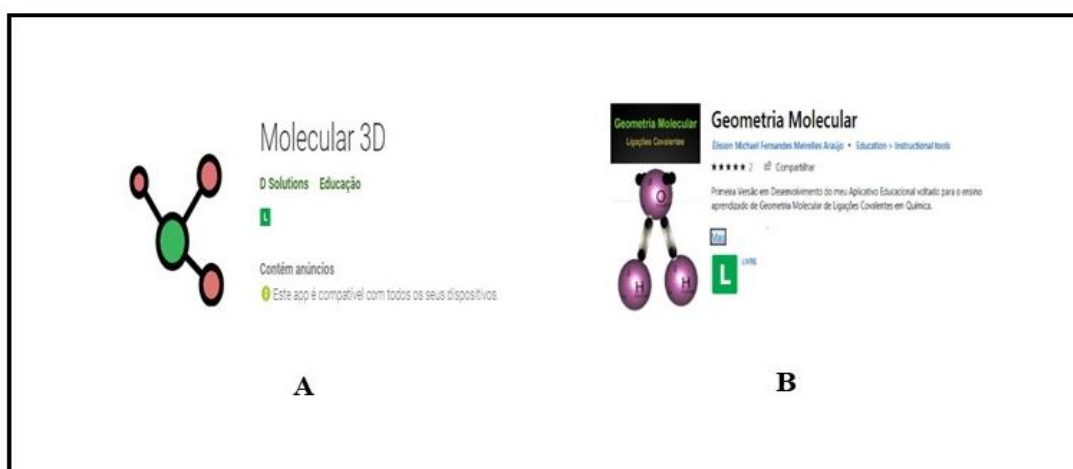
Baseado nesses critérios realizou-se uma ampla pesquisa em duas lojas virtuais e 2 apps foram considerados relativamente adequados. Isso porque ambos os aplicativos não estão disponíveis para sistema operacional *iOS*, no entanto, foram usados devido às suas interatividades e didática apropriadas, uma vez que, os aplicativos

encontrados para *iOS* possuíam duas problemáticas, ou eram pagos ou não possuíam uma funcionalidade tão efetiva comparado aos aplicativos escolhidos. A indisponibilidade no sistema *iOS* não restringe os números de alunos que terão acesso aos aplicativos, pois atualmente, existem emuladores que estão disponíveis gratuitos para serem baixados em computadores, notebooks e tablets que virtualizam o sistema operacional *Android*, fazendo com que os alunos também usem os aplicativos nesses meios.

### 3.3.1 Sobre os Aplicativos

Os aplicativos escolhidos foram *Molecular 3D* e *Geometria Molecular*, e possuem os seguintes idiomas inglês e português, respectivamente.

**Figura 2** - Visão dos ícones dos aplicativos utilizados. Em (a) o aplicativo *Molecular 3D* e em (b) o aplicativo *Geometria Molecular*.

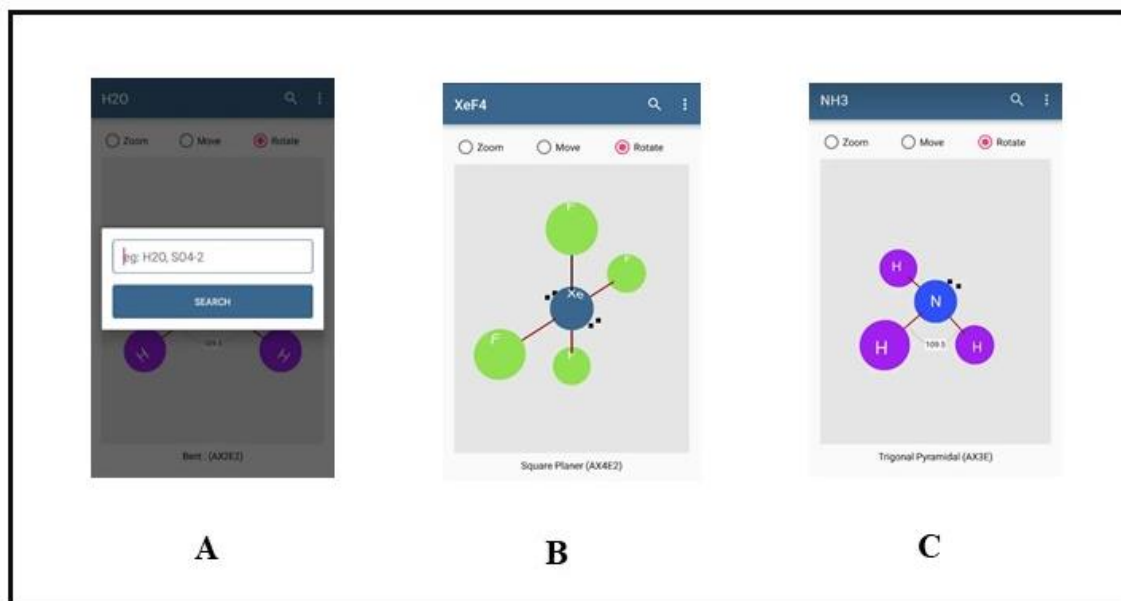


Fonte: elaborado pelo autor (2019).

O aplicativo *Molecular 3D* é de fácil manuseio, interativo com várias informações, como por exemplo diferenciando cada átomo em cores diferentes assim como é constituído por três ferramentas de uso: ampliação (zoom), movimentação (move) e rotação (rotate). Para utiliza-lo é preciso, inicialmente, clicar no ícone de pesquisa que se encontra na parte superior e digitar a fórmula molecular da molécula desejada, no caso de íons deverá ser digitada dessa maneira “ $\text{NH}_4^+$ ” “ $\text{SO}_4^{2-}$ ”.

Depois clicar em pesquisar (*search*) o aplicativo rapidamente mostra a geometria dessa molécula em 3D, considerando a teoria de Repulsão de Pares de Elétrons na Camada de Valência (RPECV) e abaixo da estrutura seu nome.

**Figura 3** - Tela inicial do aplicativo Molecular 3D. Em (a) imagem da tela de pesquisa; (b) geometria molecular de uma molécula que assume a geometria quadrado planar; (c) geometria molecular de uma molécula que assume a geometria pirâmide trigonal



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

#### **Dados do aplicativo:**

Desenvolvedor M. Easydeal

Empresa: D Solutions

Tamanho: 6,98 MB

Versão: 1.0

Avaliação: 3,9/5,0

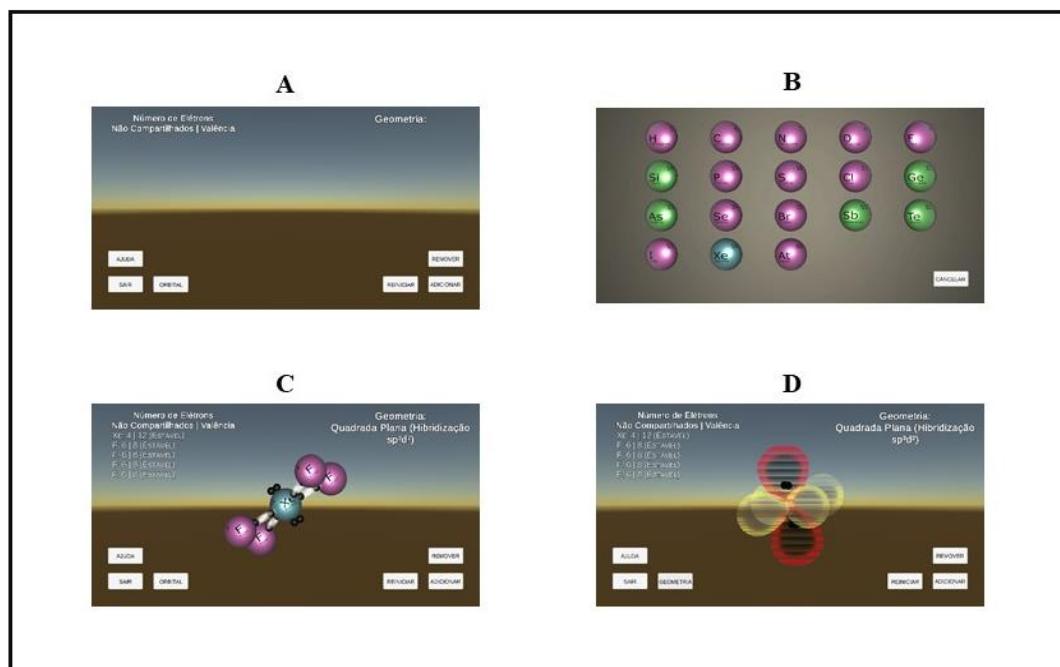
Já o aplicativo *Geometria Molecular*, mostrou-se ser bastante interativo também pelo fato de que além de proporcionar ao usuário a visão tridimensional das moléculas ele possui informações interessantes referente a uma determinada molécula, tais como número de elétrons não compartilhados e a valência de cada átomo, informando ao usuário se a ligação é estável ou não, hibridização e a visão dos orbitais envolvidos na formação das ligações.

Para utiliza-lo é preciso, de início, clicar em adicionar e logo irá aparecer na tela os átomos disponíveis no banco de dados, então basta escolher os átomos que constitui uma determinada molécula, vale ressaltar que cada átomo é adicionado um por um. Existem ainda mais quatro funções que o aplicativo engloba são elas: desfaz uma



determinada ação realizada (desfazer), volta para a tela inicial do aplicativo (reiniciar), possui um pequeno resumo das ferramentas (ajuda) e a opção de sair do aplicativo (sair). A funcionalidade do aplicativo necessita da tela do dispositivo móvel na horizontal ao contrário do primeiro app como mostra a Figura 4.

**Figura 4** - Tela inicial do aplicativo Geometria Molecular. Em (a) tela inicial; (b) átomos disponíveis; (c) molécula de XeF<sub>4</sub>; (d) orbitais envolvidos nas ligações.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

### Dados do aplicativo:

Desenvolvedor: Élisson Araújo e Angelus da Silva

Empresa: UENF/CAPES

Tamanho: 54,78 MB

Versão: 0.9.9.1

Avaliação: 5.0/5.0

### 3.4 Público Alvo e Desenvolvimento da Pesquisa

O estudo foi realizado em uma turma de 3º do Ensino Médio com 54 alunos e foi dividido em três encontros.

### 3.4.1 Primeiro Encontro

O primeiro encontro com a turma consistiu de duas etapas, sendo um deles a aplicação de um questionário de sondagem (Apêndice A) contendo 10 questões, sendo 8 questões objetivas e 2 abertas, referentes aos assuntos de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares, como também questionamentos sobre o uso de tecnologias como ferramentas auxiliaadoras no ensino e aprendizagem do estudante dentro e fora da sala de aula. Essa etapa teve a finalidade de medir o nível de conhecimento dos alunos em relação aos conteúdos, assim como avaliar se essas tecnologias se encontravam presentes no seu dia a dia.

**Figura 5** - Alunos respondendo o questionário de sondagem aplicado no 1º encontro.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

A segunda etapa consistiu em uma entrevista com 6 estudantes que se voluntariaram a participar. A entrevista foi concedida pelos alunos na biblioteca da escola de forma individual e foi gravada em forma de áudio com o consentimento dos alunos entrevistados. Esse momento tinha dois direcionamentos, um deles eram três perguntas conteudistas sobre o assunto de geometria molecular, onde foi apresentado aos alunos, em formato de folhas A4, as geometrias das moléculas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{CH}_4$ . Ambas as imagens foram retiradas dos aplicativos e impressas. (Apêndice B)

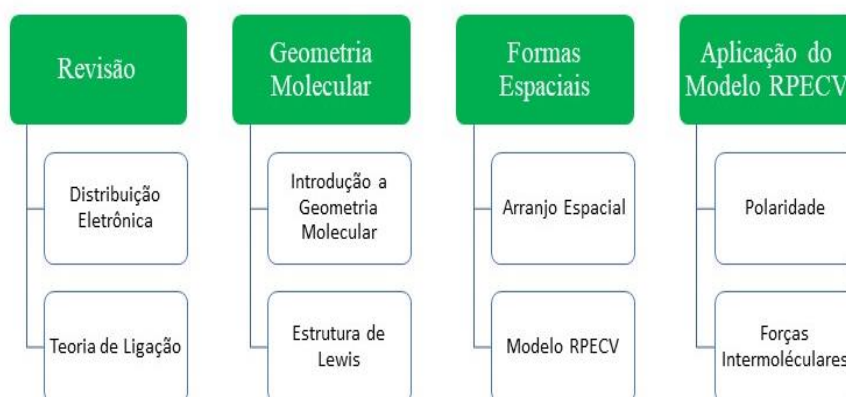
O outro questionamento foi em relação a importância do uso da tecnologia na educação: *“o quão importante ter a tecnologia interligada com a educação?”*. As

respostas dos alunos tanto na primeira pergunta quanto na segunda eram anotadas. Essa segunda etapa do 1º encontro teve intuito de complementar o questionário de sondagem.

### 3.4.2 Segundo Encontro

No segundo encontro, após ter coletado os dados do questionário de sondagem, foi planejado uma aula com base no plano de ensino da escola sobre os temas de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares. Para isto foram utilizados os materiais didáticos “*Química na Abordagem no Cotidiano*” de autoria de Martha Reis (2016) e Wildson Santos, e Gerson Mól (2013) sendo um deles adotado pela escola. Em seguida, foi elaborado um plano de aula (Apêndice C) direcionado para esses assuntos. A aula foi ministrada completamente no modelo tradicional usando apenas um pincel e o quadro branco, tendo duração de 100 minutos e abordando os seguintes assuntos, conforme ilustrado na Figura 6.

**Figura 6** - Cronograma dos assuntos abordados na aula.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

No assunto de geometria molecular foram apresentadas as seguintes moléculas a fim de exemplificar as principais geometrias:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{PCl}_6^-$ . No decorrer da aula foi entregue uma lista de atividades (Apêndice D) com 5 questões dessas 3 eram referentes a geometria molecular e a outras duas sobre polaridade e forças intermoleculares. Durante o desenvolvimento da aula, foram observados diversos comentários e ações dos discentes sobre os conteúdos explanados, todo esse processo foi transcrito como forma de coleta de dados.

O intuito dessa parte da pesquisa tem sido observar como os discentes aceitariam tais conteúdos, bem como as dificuldades de se compreender os assuntos sem uma ferramenta que possibilitasse os alunos visualizarem as geometrias das moléculas, usando somente estruturas desenhadas no quadro, onde a visão se limita a bidimensionalidade.

Tentando, então, comprovar a afirmação de Nicoll (2001) no qual afirma que inúmeras são as dúvidas dos alunos em uma aula de química pelo fato da natureza abstrata e complexa de alguns conceitos químicos ministrados de modo tradicional, por exemplo no conteúdo de geometria molecular existem muitas dúvidas em implementar o modelo da Teoria de Repulsão de Pares de Elétrons na Camada de Valência e conseguir determinar a forma de uma molécula abrange um amplo espectro de habilidades que todos os estudantes do Ensino Básico devem adquirir (GILLESPIE, 1997)

Ao final da aula foi entregue uma lista de frequência aos alunos com o objetivo de sempre manter o campo amostral coerente com os resultados obtidos nos encontros, o total de estudantes presentes no 2º encontro foi de 54 alunos.

### 3.4.3 Terceiro Encontro

Nesse terceiro encontro, foi apresentado aos alunos os aplicativos *molecular 3D* e *Geometria Molecular* para ajudar a visualização das moléculas já apresentadas no segundo encontro, como também, outras moléculas que no decorrer da aula foram mostradas a duração da aula foi de 50 minutos. Nessa etapa da pesquisa, pretendeu-se atingir um dos objetivos dessa pesquisa que é observação do processo de aprendizagem do aluno com a utilização de um recurso tecnológico, no caso em questão um aplicativo móvel para celular.

O intuito do terceiro encontro foi correlacionar, por meio de resultados, comentários e observações como é ter uma aula sobre geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares sem a presença do aplicativo e do modelo molecular e uma aula com a presença dessas ferramentas. (Apêndice E)

Essa aplicação aconteceu por meio de um aplicativo de mensagens de texto online, WhatsApp, três dias antes de acontecer o 3º encontro, solicitando que os educandos baixassem os aplicativos, facilitando o andamento da aula.

No dia da aplicação foram utilizados os seguintes materiais: modelo molecular, projetor (para projetar a imagem do aplicativo no quadro e dois notebooks materiais esses que foram agregado na aula visando trazer os alunos para aula como

também para se tornar um processo mais didático). Após todo sistema ser montado e a imagem do celular ser projetada no quadro, os alunos foram instruídos a como utilizar as ferramentas. Um dos aplicativos tem sua linguagem toda em inglês, porém um inglês com um nível básico. Sendo assim, será feita uma pequena explicação das palavras que estão presentes no aplicativo.

- Zoom: faz com que a imagem fique ampliada para poder ver melhor a molécula.
- Move: move a molécula em todas as direções.
- Rotate: rotaciona a molécula em 360°.

Após esse momento inicial dos estudantes em contato com o aplicativo, foi realizado uma breve revisão do conteúdo trabalhado no segundo encontro e logo em seguida os alunos iniciaram uso dos aplicativos, conforme as devidas orientações. As moléculas que foram trabalhadas são algumas que já haviam sido utilizadas no segundo encontro como:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{PCl}_6^-$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{PH}_3$  e  $\text{BF}_3$ . A finalidade de utilizar as moléculas do encontro anterior é analisar os comentários dos alunos quando é proporcionado a eles uma visualização tridimensional, por meio de tecnologias.

Em seguida, a estrutura de cada molécula foi montada com a utilização do modelo molecular de modo a permitir aos alunos a possibilidade de comparação com o uso da tecnologia e do modelo físico, onde os mesmos poderão construir com suas próprias mãos a estrutura de uma determinada molécula. Em contrapartida, com o manuseio do aplicativo eles irão apenas digitar na barra de pesquisa, modo search, a fórmula molecular desejada e o aplicativo, automaticamente, irá gerar a geometria da molécula em questão. Outros exercícios sobre geometria molecular foram trabalhados durante a aula, como também polaridade e forças intermoleculares.

**Figura 7** - Utilização dos aplicativos e do modelo molecular.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Vale salientar que à medida que o discente foi interpretando o problema e resolvendo com o auxílio do aplicativo e modelo molecular, registrou-se os comentários dos discentes no desdobramento de todo esse processo. Foram analisados também, a interação e o comportamento dos alunos frente a um recurso tecnológico para educação, tais aspectos como a interação com o celular dentro da sala de aula, facilidade de manuseio e o interesse do aluno com uma aula utilizando o aparelho móvel.

Após o término da aula aplicou-se um questionário final (Apêndice F) com os 50 alunos, que estavam presentes no dia dessa parte da aplicação, no qual abrangeu questões sobre o aplicativo e suas funcionalidades como também o quão foi importante o aplicativo e o modelo molecular para sua aprendizagem, e sobre o assunto explanado.

Essa etapa se mostrou de extrema importância para o estudo em questão, uma vez que através dos dados coletados por meio do questionário, pode-se inferir se a metodologia e o recurso tecnológico usado foi efetivo ou não, como também se tais ferramentas irão contribuir para o processo de aprendizagem significativa dos educandos tendo como o fio condutor o método de mobile learning.

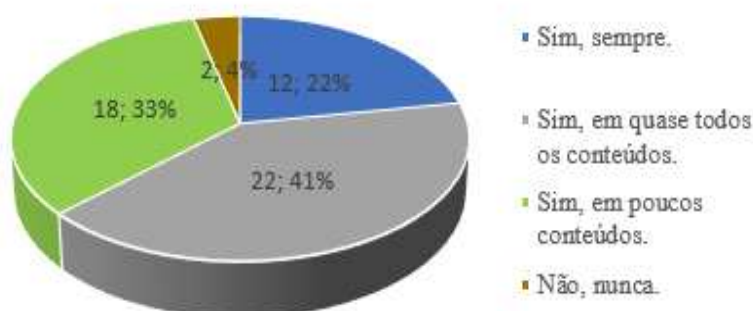
## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Primeira Etapa

Antes da utilização dos aplicativos, foi aplicado um questionário de sondagem e uma entrevista com uma amostragem de 6 alunos, com o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre geometria molecular, conceito de polaridade e forças intermoleculares, assim como suas opiniões sobre a utilização de tecnologias, no caso o aparelho celular, para seus estudos e o emprego de recursos tecnológicos para ministrar conteúdos de Química dentro da sala de aula.

Em um dos questionamentos, questão 1, na qual tinha finalidade de examinar se os alunos tinham dificuldade de compreender os conteúdos da disciplina de Química, foram obtidos os seguintes resultados como mostra a Figura 8 abaixo.

**Figura 8** - Respostas dos estudantes à pergunta “Você sente dificuldade em aprender Química?”



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

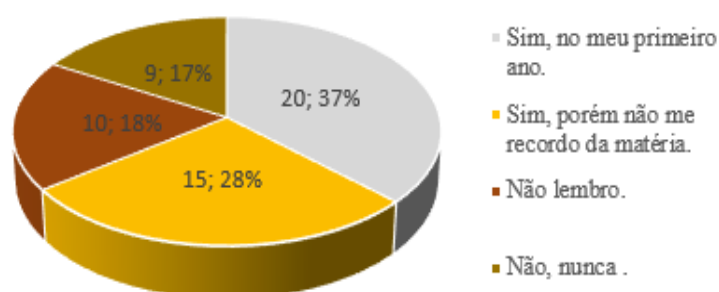
Ao observar os dados da Figura 8, pode-se inferir que 41% dos alunos sentem uma grande dificuldade em aprender os conteúdos de química, tornando evidente a grande questão de que a Química, na visão dos discentes na Educação Básica, é mencionada como uma das disciplinas mais difícil de ser compreendida e é possível que isso se deva ao fato de ser uma Ciência abstrata e complexa. Além disso, a metodologia utilizada nas escolas, com aulas predominantemente expositivas, não é uma das melhores para o Ensino de Química porque o estudante fica na condição de espectador e grande parte dos professores, não alterna a metodologia de ensino comumente utilizada com outras que tornem o processo de aprendizagem mais atraente e eficiente. Nesse contexto,

é de fundamental importância o professor desmistificar o que os estudantes pensam sobre química e tornar a prática educativa mais atrativa e significativa (SILVA, 2011).

Com isso, diante dessa conjuntura e dos resultados obtidos desse questionamento, percebe-se que há uma necessidade, dentro da sala de aula de química, que o professor trabalhe com novas possibilidades, estratégias, propostas pedagógicas que torne a aprendizagem efetiva, fazendo com que o aluno compreenda os conteúdos ministrados e seus desdobramentos.

Quando questionado aos alunos se estes já tiveram contato com o conteúdo de geometria molecular, os seguintes resultados foram coletados, como ilustrado na Figura 9.

**Figura 9** - Respostas dos estudantes à pergunta “Você já teve contato com o assunto de geometria molecular?”



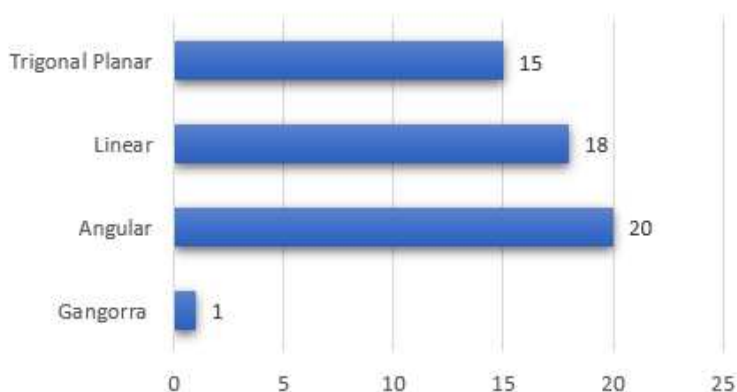
Fonte: elaborado pelo autor (2019).

A finalidade dessa pergunta era sondar, dentro do espaço amostral, a quantidade de alunos que se recordavam do assunto e que tinha familiaridade com a palavra geometria molecular, tendo em vista que esse assunto é abordado no segundo semestre no 1º ano do Ensino Médio. Como resultado desse questionamento, teve-se que 20 (37%) alunos responderam que já tiveram contato com o assunto no ano inicial.

Outro importante dado a ser coletado é o nível de conhecimento que os estudantes têm sobre esse tema. Diante disso, foi perguntado aos mesmos “Qual a geometria da molécula de água?”. A Figura 10 informa em porcentagem as respostas dos estudantes.



**Figura 10** - Respostas dos estudantes à pergunta “Qual a geometria molecular da molécula de água?”



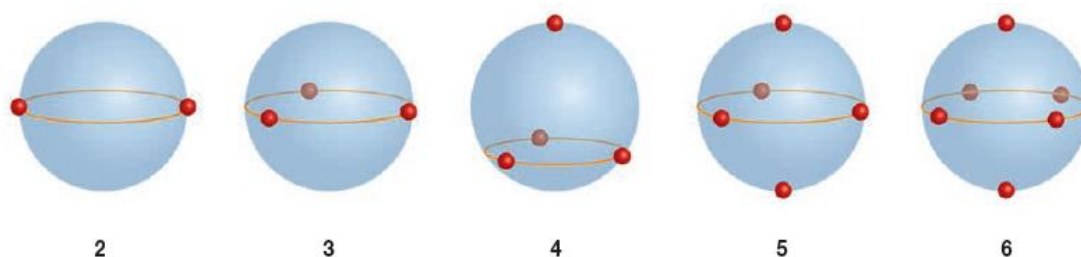
Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Pode-se notar que 20 estudantes acertaram a questão sobre a geometria da molécula de água. O fato curioso a ser pontuado é que uma determinada parcela de estudantes respondeu que a geometria era linear, com isso é notório a dúvida sobre os rearranjos dos átomos no espaço uma vez que a molécula, apesar de possuir duas ligações, assume uma geometria angular por conta dos dois pares de elétrons isolados ou não-ligantes que se encontra no átomo central.

Prever a geometria de uma molécula não é tão trivial para um aluno do Ensino Básico, tendo em vista que para se obtê-la necessita de um conhecimento sobre ligações químicas como também sobre a Teoria de Repulsão de Pares de Elétrons na Camada de Valência (RPECV), na situação onde os alunos responderam que a geometria da molécula de água é linear eles não perceberam que no átomo de oxigênio se encontravam dois pares de elétrons isolados.

Santos (2013, p. 249) no seu material didático “*Química Cidadã. Volume 1*” define a teoria RPECV o método no qual as moléculas adotam determinadas geometrias, tais que os elétrons da camada de valência são distribuídos, aos pares, ao redor do átomo, como se estivessem em uma esfera, afastados o máximo possível para diminuir a repulsão eletrostática, como demonstrado na Figura 11.

**Figura 11**- Rearranjos dos átomos para diminuir ao máximo a repulsão elétron-elétron.

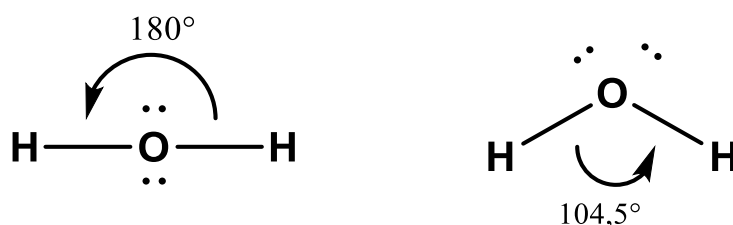


Fonte: Silva (2013).

Em síntese, essa teoria procura explicar o arranjo geométrico dos pares de elétrons em torno do átomo central em função da repulsão. A utilização desse modelo permite prever a geometria molecular de moléculas em duas categorias: moléculas que o átomo central não tem pares isolados e moléculas em que o átomo central tem um ou mais pares isolados. Com isso, nota-se que há uma certa dúvida quando a molécula tem pares de elétrons isolados no átomo central e por isso os estudantes visualizam molécula de modo errôneo, no caso em questão a molécula de água, como mostrado na Figura 10.

Para os discentes que marcaram as outras alternativas, observam-se que também além da não solidificação do conceito da teoria RPECV sentem dificuldade de imaginar uma molécula tridimensionalmente. Por exemplo, os alunos que marcaram que era linear imaginaram a molécula sem se atentar nos pares de elétrons livres e de sua repulsão, esses dois rearranjos estão expostos na Figura 12.

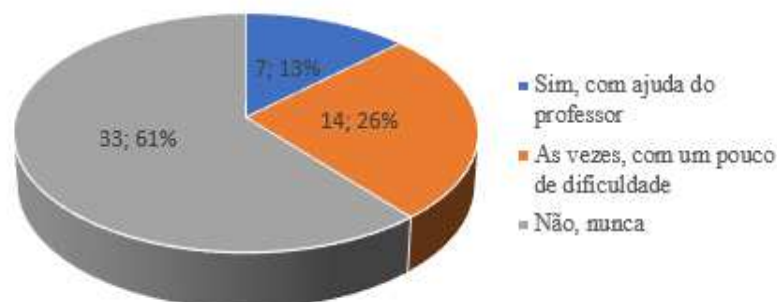
**Figura 12** - Molécula de água assumindo as duas geometrias linear e angular, respectivamente.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Essa deficiência referente à visualização espacial da estrutura química é muito comum quando se ministra o conteúdo de geometria molecular como mostra a Figura 13, no qual teve como finalidade de medir dos alunos se conseguem visualizar uma molécula tridimensionalmente.

**Figura 13** - Resposta dos alunos à pergunta do questionário “Consegue visualizar uma molécula tridimensionalmente?”



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Com isso, pode-se inferir que 61% dos estudantes não conseguem visualizar uma molécula em 3D; 26% conseguem as vezes, no entanto com um pouco de dificuldade, confirmando então a problemática de que alguns conteúdos de química, principalmente quando se trata de observação de moléculas, são difíceis para assimilação do aluno.

Essa enorme dificuldade de observar as geometrias não era para ser tão recorrente, tendo em vista que os estudantes tem contato com o assunto de geometria na disciplina de Matemática e o conteúdo de geometria molecular, ao arrumar os átomos de algumas moléculas, percebe-se nada mais é do que as formas geométricas na qual os alunos aprenderam na disciplina de geometria espacial. Entretanto, o que geralmente ocorre é que os professores apresentam as figuras geométricas para os alunos de forma bidimensional (SEBATA, 2006).

Desse modo, o aluno ainda não consegue imaginar como seriam as estruturas tridimensionais. Esse fato torna necessário a utilização de modelos para intermediar o aprendizado, pois é simples e ajuda os alunos a desenvolver a percepção do arranjo espacial das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula (MORAIS, 2007).

Os dados apresentados abaixo são algumas respostas da entrevista realizada com 6 alunos que se voluntariaram a responder duas perguntas. Esse momento do

primeiro encontro ocorreu de forma individual, na biblioteca da escola. A entrevista foi gravada com a devida autorização dos estudantes e em seguida transcrita.

A primeira parte da entrevista teve seu enfoque levando-se em consideração a seguinte análise: o contato com moléculas impressas dando uma visão 2D ao aluno sem poder rotacionar as mesmas. Com isso, foi perguntado aos alunos qual era a geometria da molécula de dióxido de carbono, dióxido de enxofre e metano, a quantidade de alunos que acertaram e erraram as geometrias está ilustradas na Figura 14.

Para molécula de CO<sub>2</sub> as respostas obtidas foram:

- 4(66%) responderam que a molécula apresentava uma geometria linear.
- 2(34%) responderam que a molécula apresentava uma geometria angular.

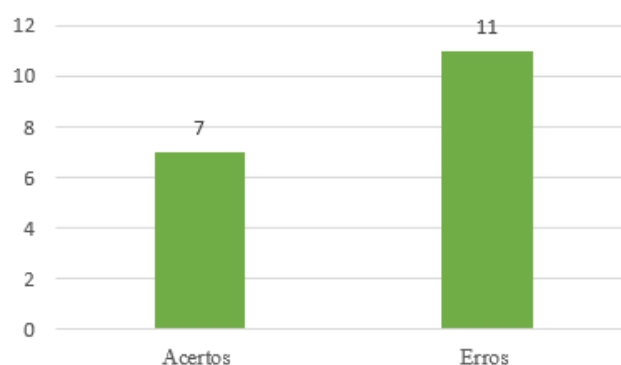
Para molécula de SO<sub>2</sub> as respostas foram obtidas foram:

- 2(34%) responderam que a molécula apresentava uma geometria angular.
- 1(16%) responderam que a molécula apresentava uma geometria trigonal.
- 3(50%) responderam que a molécula apresentava uma geometria angular.

Para molécula de metano (CH<sub>4</sub>) as respostas foram obtidas foram:

- 1(17%) responderam que a molécula apresentava uma geometria tetraédrica
- 3(50%) responderam que a molécula apresentava uma geometria quadrado planar.
- 2(33%) responderam que não sabiam a geometria dessa molécula

**Figura 14** - Quantidade de alunos que acertaram e erraram as perguntas.



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Diante desse resultado, pode-se inferir que uma pequena porcentagem dos alunos acertou as questões. Nessa pequena amostragem de alunos observou-se que os estudantes que erram as questões tinham muita dificuldade em imaginar a molécula 3D, como também os desdobramentos do modelo RPECV, em um determinado momento foi perguntado a eles qual era a distinção entre as moléculas de dióxido de carbono e dióxido de enxofre, os seguintes comentários foram observados:

- Estudante A: *“Olha, eu realmente não consigo imaginar como essas moléculas estão no espaço”*
- Estudante B: *“A geometria dos dois é linear só tem apenas dois oxigênios fazendo ligação”*
- Estudante C: *“Sei que são geometrias diferentes, fiz até a distribuição de elétrons, vejo que tem um dois elétron no átomo de enxofre, mas para mim continua sendo linear.”*

Já na molécula de metano, a molécula que teve que teve a maior quantidade de erros, os comentários dos alunos foram:

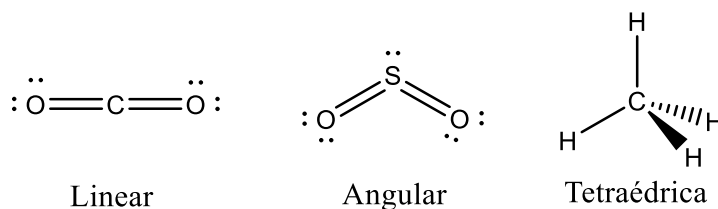
- Estudante A: *“Professor, eu não consigo imaginar qual geometria seria essa molécula.”*
- Estudante B: *“Essa molécula tem quatro ligações, a geometria é um quadrado.”*
- Estudante C: *“Sei que essa molécula é metano, mas não sei visualizar tridimensionalmente, só consigo ver ela no plano, acho que é quadrado planar.”*

A geometria das moléculas continua sendo vista de modo bidimensional e, muitas vezes, o aluno ainda não consegue imaginar como seriam as estruturas tridimensionais (MORAIS, 2007). Assim, fica notório, com base nas respostas observadas dos alunos, a grande dificuldade de abstração do educando em relação à imaginar as moléculas rearranjadas no espaço. As geometrias das moléculas em questão são, respectivamente linear, angular e tetraédrica, sendo que a única molécula que precisa de um olhar mais tridimensional é o metano, uma vez que apresenta ligações saindo do plano, admitindo que tenha um plano transpassando a molécula na vertical tanto para frente como atrás e por isso o grande obstáculo de visualização sendo a pergunta que

conteve mais erros dos alunos tendo em vista que só conseguiriam imaginar as ligações no plano (Estudantes B e C) admitindo os arranjo quadrado planar.

As estruturas de cada molécula estão representadas na Figura 15 abaixo que demonstra disposição dos átomos no espaço.

**Figura 15** - Geometria das moléculas utilizadas na entrevista.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Ainda dentro da perspectiva de se obter os conhecimentos prévios dos alunos, foi adicionado ao questionário uma pergunta sobre os conceitos de polaridade e forças intermoleculares. A pergunta foi elaborada de modo que o discente escrevesse com suas palavras o que ele entendia sobre os assuntos.

Teve-se que para a pergunta “Você sabe o que é polaridade e forças intermoleculares? Se sim, faça um breve comentário.” apenas 13%, equivalente a 7 alunos responderam à questão, o restante dos alunos deixou a questão em branco ou responderam que não sabia. As respostas dos alunos se encontram abaixo:

- Estudante A: “*Um pouco, dependendo da polaridade dos átomos pode intervir na sua geometria*”
- Estudante B: “*Polaridade creio que seja substâncias que dissolvem em água, forças intermoleculares talvez seja a força atribuídas das ligações químicas.*”
- Estudante C: “*Sim, parcialmente, pois forças intermoleculares são forças que agem dentro das moléculas.*”
- Estudante D: “*São moléculas químicas que tem uma força que dão propriedades para elas.*”
- Estudante E: “*Sim, parcialmente. Polaridade é quando a diferença de eletronegatividade é diferente entre um elemento e outro.*”
- Estudante F: “*Polaridade é uma propriedade química que trata do momento dipolo de cada molécula, e forças intermoleculares são forças que cada molécula contém*”

- Estudante G: *“Polaridade é quando tem duas moléculas polar, e forças intermoleculares são forças que existem entre as moléculas.”*

Observando-se as respostas dos alunos, fica claro que alguns dos estudantes tem uma concepção bem fragmentada sobre o conceito de polaridade e forças intermoleculares. Reis (2013, p. 238) define polaridade como uma característica de uma molécula e está diretamente ligado a sua geometria e a sua eletronegatividade; quando existe diferença de eletronegatividade entre dois átomos que estabelecem ligação covalente, dizemos que a ligação é polar porque ocorre a formação de uma carga elétrica parcial negativa (próxima ao átomo mais eletronegativo) e uma carga elétrica parcial positiva (próxima ao átomo menos eletronegativo) e se não houver diferença de eletronegatividade entre os átomos (ligações 100% covalentes), a molécula provavelmente será apolar, qualquer que seja a sua geometria.

Sendo assim, dos discentes que comentaram a respeito de polaridade pode-se notar que os estudantes A, E, F e G tem uma certa noção do que é esse conceito, por exemplo o estudante E respondeu que “a polaridade depende da eletronegatividade” de fato a mesma está interligado com a eletronegatividade pois essa propriedade é a capacidade de um átomo atrair elétrons de um determinado átomo vizinho, no qual ele está ligado distorcendo a nuvem eletrônica (REIS, 2013).

Já o estudante F respondeu que é uma propriedade de cada molécula e depende do momento dipolo, com isso tem-se que o discente sabe o que é momento dipolo e que interfere na polaridade de cada molécula. E por fim, o estudante A que escreveu seu posicionamento em relação à o conceito em questão, comentando que dependendo da polaridade dos átomos pode intervir na geometria, resposta essa que se encontra parcialmente correta em razão de que em conformidade com a geometria da molécula e eletronegatividade, ambos aspectos faz com que uma molécula seja polar ou apolar.

Em relação as respostas dos educandos sobre forças intermoleculares, alguns responderam que é uma força existente em cada molécula e outros em relação a outra. As respostas nos direcionam a perceber que existe uma certa confusão dos alunos sobre o que são forças intermoleculares e forças intramoleculares. As forças na qual mantém os átomos unidos são as forças intramoleculares, já as forças atrativas entre as moléculas são as forças intermoleculares, que são mais fracas do que as intramoleculares, e são as principais responsáveis pelas propriedades físicas da matéria, por exemplo pontos de fusão e ebulição (CHANG, 2009).

Os resultados da entrevista, algumas questões sobre geometria, polaridade e forças intermoleculares pode -se afirmar que os discentes conhecem os conteúdos, porém pelo fato da não abstração no assunto de geometria, diversas dúvidas em relação a polaridade e por conseguintes forças intermoleculares. Essas observações, proporcionam a essa pesquisa subsídios de que no cognitivo dos alunos se encontram subsunçores em relação a esse conteúdo, ou seja, possuem conhecimentos prévios sobre o tema fazendo com que se possa, aplicar a teoria de aprendizagem de David Paul Ausubel a qual consiste na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS).

A outra vertente do questionário de sondagem, era analisar se as tecnologias principalmente o celular, estavam presentes no cotidiano do aluno e se dentro da sala de aula o professor se apropriava desses recursos para ministrar alguns conteúdos de química. Logo, como resultado tem – se que cerca de 49 (91%) alunos possuem celular e 5 (9%) alunos não possuíam o aparelho. E dos alunos que tinham o dispositivo móvel 34 (75%) utilizavam com muita frequência o celular, 9 (17%) as vezes, 2 (4%) quase nunca e 2 (4%) nunca.

Diante desses dados fica claro o quanto essa geração, comumente chamada de Geração Z, está conectada com o mundo da tecnologia, no caso em questão à aparelhos celulares, tornando então importante o papel a ser explorado unificando a tecnologia e a educação. E é partindo desse princípio que A Tecnologia da Informação e Comunicação (TDIC) vem ganhando destaque na educação. Dentro dessa perspectiva, é que se faz necessário a utilização desses recursos para o Ensino de Química, pois essas ferramentas são grandes apostas no meio educacional para dinamizar e tornar mais didáticos conteúdos de química.

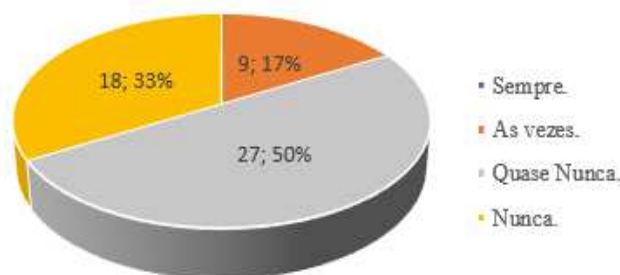
Pode-se dizer que alguns assuntos de química assim como os de outras disciplinas podem ser explorados através de vários recursos didáticos, como por exemplo, softwares educacionais. O papel do professor, portanto, utilizando essas novas tecnologias é envolver e motivar os alunos, de tal forma que o processo de ensino e aprendizagem aconteça de forma natural e significativa, o que nada mais é do que ensinar (FIALHO e MATOS, 2010).

Portanto, a utilização de softwares deve ser vista como auxiliador do trabalho docente, ou seja, uma ferramenta capaz de interação entre professor e estudante, de forma que ambos construam um aprendizado juntos.



E é dentro dessa perspectiva, que pergunta 6 adicionada ao questionário, visando em analisar o quão é frequente é aplicado as (TDICs) no Ensino de Química. O resultado desse questionamento se encontra representado na Figura 16.

**Figura 16** - Respostas dos alunos à pergunta “Com que frequência seu professor utiliza algum recurso tecnológico para ensinar Química?”



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

A partir do gráfico acima pode-se perceber a frequência na qual se utiliza de recursos tecnológicos não é um resultado tão positivo, tendo em vista que 50% dos alunos afirmaram que quase nunca os professores se apropriam de tecnologias para ministrar algum conteúdo de química.

Ao perceber esse resultado, foi perguntado a dois professores de química da instituição sobre a frequência de utilização de recursos tecnológicos para fins didáticos em química.

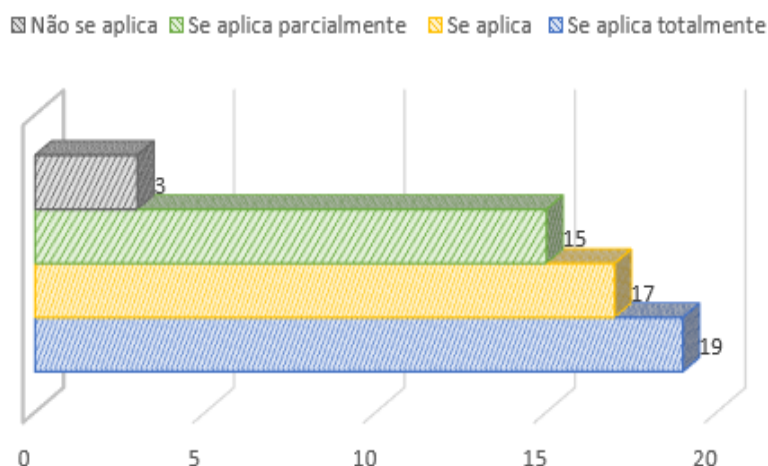
Professor X: *“Bom, na realidade eu utilizo pouco Datashow e simuladores por conta do tempo de aula, pois muita das vezes temos apenas 50 minutos de aula e até que eu monte o Datashow ou leve os alunos até o laboratório de informática para utilização de simuladores, perco um bom tempo da minha aula atrasando o conteúdo e desorganizando meu planejamento bimestral”*

Professor Y: *“Sempre que tenho um tempo livre no meu calendário procuro fazer algo diferente utilizando tecnologias relacionada a química as vezes utilizo as minhas aulas de direção de turma para aplicar alguma metodologia ativa, fugindo do modelo tradicional, mas nem sempre esse free time acontece na realidade são poucas vezes.”*

O grande obstáculo para o docente em empregar as (TDICs), diante do que foi exposto, foi o fator tempo, o qual limita o professor, tendo em vista que uma aula tem apenas 50 minutos e durante a semana geralmente são ministradas duas aulas e dentro dessa, logística planejar a utilização desses recursos desorganizariam seu calendário de aulas, tornando suas aulas quase sempre no método tradicional, no entanto Segundo Nichele (2015,p 33) a aplicação de alguns *softwares* e *Apps* interativos podem contribuir para o ensino e a aprendizagem de Química ao propiciar o acesso a simulações, imagens e exercícios. Aplicação de tecnologias poderia ajudar muito no desenvolvimento da aula e também catalisar o processo de ensino – aprendizagem do aluno em relação a uma aula tradicional.

A opinião dos alunos também foi analisada em relação a uma afirmação que continha no questionário, como ilustrado na Figura17

**Figura 17** - Respostas dos alunos à afirmação “Eu considero que a utilização do celular como ferramenta de ensino muito importante.”



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Desta forma, pode-se inferir que 19 alunos (35%) responderam que essa afirmação se aplica totalmente, 17 (31%) se aplica, 15 (28%) se aplica parcialmente e 3 (16%) não se aplica. Logo a maioria dos educandos concorda com metodologias nas quais tem a tecnologia em conjuntura com o Ensino. Adicionalmente, na segunda parte da entrevista com alguns alunos, os mesmo quando foram questionados sobre o quão é

importante ter a tecnologia interligada com a educação. Na Tabela 1 se encontra os pontos positivos e negativos da interligação tecnológica – educacional.

**Tabela 1** - Prós e contras pertinentes de alguns estudantes entrevistados em relação ao uso da tecnologia na educação.

<b>Prós</b>	<b>Contras</b>
<i>O bom dessa iniciativa é que, utilizando esses recursos, pode chamar atenção dos que é menos focado na sala para uma aula diferente mais interativa, no caso se for usado o celular ou computador.</i>	<i>O controle do uso dessas tecnologias, pois algumas, por exemplo o celular, podem fazer o aluno ao invés de ser atraído pode levar o aluno e não prestar atenção na aula.</i>
<i>Usar a tecnologia na educação seria bastante interessante seria uma aula diferente, afinal temos um laboratório de informática, porém mal-usamos.</i>	<i>Se for ter que usar o celular acho que deveria ser algo que não necessite e Wifi.</i>
<i>A aula fica até mais agradável pois quebra aquela tensão de ficar copiando isso as vezes é bem cansativo.</i>	<i>Acho legal, porém a gente sabe que nem todo mundo tem condições de ter algum recuso tecnológico.</i>
<i>É bastante interessante por exemplo na Química mesmo tem muitas moléculas que não conseguimos visualizar e o professor só escreve no quadro fica ruim as vezes de imagina.</i>	<i>Só limita um pouco pra quem é deficiente visual.</i>

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Assim, os alunos viram que é bem benéfico, porém foram pontuados por eles algumas questões que poderia ser mudada. No questionário também se procurou ver se os discentes utilizavam algum aplicativo para ajudá-lo em uma determinada matéria e se conseguiu melhorar seu aprendizado depois de ser utilizado. Algumas respostas são reportadas abaixo.

- *Sim, Brainly através do aplicativo consegui fazer questões que antes não sabia.*
- *Sim, Educabooks, tabela periódica com todas as informações dos átomos, ajudou muito.*
- *Física Interativa, Químivox. Sim, com eles melhorei meu aprendizado.*

Fica evidente que os alunos já incorporaram nos seus estudos app relacionados a educação, seja para melhor compreensão de um conteúdo ou um jogo relacionado a uma matéria específica. Essa iniciativa dos alunos muitas das vezes é para suprir algum conteúdo que não se solidificou, levando a dúvida, com isso os aplicativos

com esse viés contribuem de forma direta para o processo de ensino e aprendizagem do estudante.

## 4.2 Segunda Etapa

O segundo encontro, uma aula expositiva, teve como finalidade revisar o assunto de geometria molecular. Neste encontro, entregue uma lista de atividades e a partir dessa que foram trabalhados os seguintes subtemas dentro do assunto: Ligação Covalente (revisão), Geometria Molecular, Formas Espaciais, Polaridade e Forças Intermoleculares.

Com isso, no decorrer da aula pode-se observar alguns comentários dos alunos em relação a alguns conteúdos ministrados, quando se tratava dos assuntos iniciais como distribuição eletrônica, teoria de ligação, introdução a geometria e estrutura de Lewis não houve nenhuma objeção, no entanto quando foi exposto o tópico de Formas Espaciais no qual foram demonstrado os tipos de arranjos espaciais e posteriormente a geometria molecular, de acordo com o modelo RPECV, houve vários questionamentos sobre as formas de como as moléculas estavam rearranjas no espaço.

Quando se tratava de uma molécula com geometria contida no plano, por exemplo, linear ou trigonal planar era facilmente compreendida, porém no momento que se tratava de uma molécula cujo seu rearranjo espacial necessita de um olhar mais tridimensional, os estudantes tinham muitas dúvidas sobre as posições das ligações.

Em um determinado momento da aula quando foi feita a representação em forma de desenho da molécula do metano ( $\text{CH}_4$ ) no quadro, houveram diversas dificuldades em visualizar essa molécula, pois sabe-se que a geometria do metano é tetraédrica e uma característica dessa geometria são as duas ligações nas quais ambas se encontram fora do plano. A molécula foi apresentada, com as seguintes especificações das cunhas, no quadro branco com mesma representação estrutural dessa molécula na Figura 3.

A partir do momento que os alunos foram instigados a observarem o formato das ligações e se conseguiam observar que molécula um átomo de hidrogênio para frente do plano e outro por detrás, os estudantes, automaticamente, não conseguiram visualizar, gerando diversas dúvidas sobre essa geometria. Os comentários mais recorrentes foram:

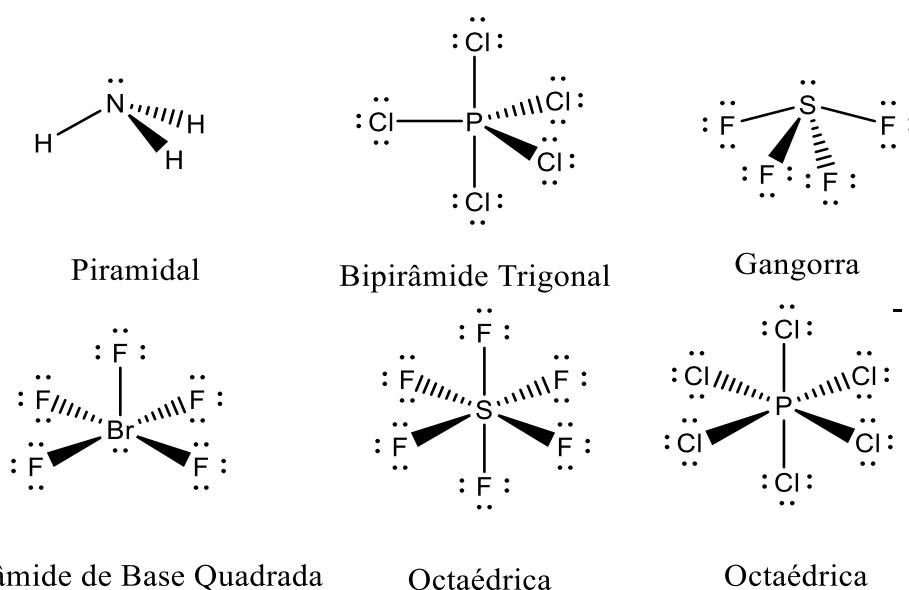
- *“Professor somente consigo visualizar todas as ligações dentro do plano”*

- “É muito ruim observar se não podemos girar a molécula e ver essas ligações.”

Com o passar da aula, ao desenhar as outras moléculas que continham geometrias nas quais necessitavam de um olhar 3D, foi crescendo de forma gradual o número de questionamentos e dúvidas em relação a distribuição dos átomos no espaço.

As moléculas que foram apresentadas para exemplificar as outras geometrias foram respectivamente:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{PCl}_6^-$ . A Figura abaixo representa como foi desenhada cada molécula.

**Figura 18** - Moléculas utilizadas como exemplos para mostrar uma determinada geometria.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Deste modo, pôde-se observar, durante esse momento da aula, a grande dificuldade dos alunos quando se é ministrado esse assunto em uma aula meramente expositiva, pois grande é a dificuldade de abstração dos alunos para imaginarem uma molécula tridimensionalmente corroborando com os dados apresentados na Figura 13. Para os educandos, visualizar por exemplo uma ligação saindo do plano é uma operação visual bem complexa, e se torna ainda mais difícil se a metodologia abordada não ajudarem os mesmo a observar uma molécula rotacionando ou rearranjada em 3D.

A química visual é um aspecto que requer uma atenção especial dos professores de Química, os quais possuem uma tarefa de ensinar uma disciplina muitas vezes caracterizadas como empírica, complicada, de difícil compreensão e visualização.

Quando o aluno não consegue ter essa visualização eles procuram entender como funciona esse mecanismo espacial das moléculas utilizando algo que possa lhe ajudá-lo a entender uma determinada geometria. Um momento bastante interessante na aula é que quando foi apresentada o arranjo de uma molécula,  $\text{SF}_6$ , na qual admite uma geometria octaédrica os discentes ficaram questionando como seria esse rearranjo espacial; ao ser explicado, desenhando essa molécula no quadro, e comentado que para tal se passasse um plano na molécula de modo vertical existiria duas ligações para frente do plano, duas ligações para atrás e duas ligações no plano os alunos não conseguiam imaginar tal ligações de modo.

Tentando entender como seria essa molécula, um grupo de estudantes se mobilizam a entender utilizando canetas para fazer manualmente esse arranjo para observarem, de fato, as duas ligações para frente e duas ligações para atrás da geometria octaédrica. Evidenciando, ainda mais, de que demonstrar essas geometrias apenas expondo no quadro é uma metodologia não tão didática e desestimulante para os discentes torando o ensino e aprendizagem bem mais árduo e lento em relação alguns conteúdos de química.

A necessidade de utilizar outro recurso que demonstre essas geometrias é muito evidente, de acordo com os resultados observados. Esse fato torna necessário a utilização de modelos moleculares, algum software ou aplicativo para intermediar o aprendizado, pois é simples e ajuda os alunos a desenvolver a percepção do arranjo espacial das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula (MORAIS,2007).

**Figura 19** - Grupo de estudantes tentando observar como estar rearranjada uma molécula cuja sua geometria é octaédrica.

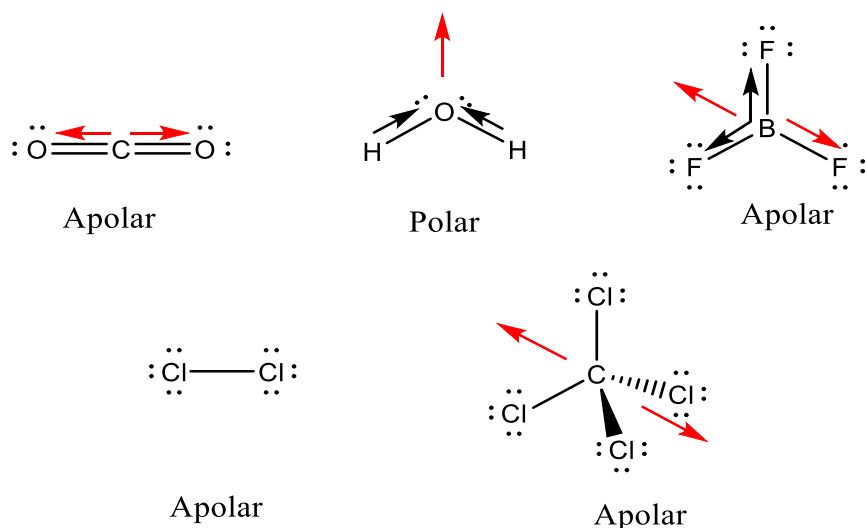


Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Após o conteúdo de geometria ser explanado, foi introduzido na aula os conceitos de eletronegatividade, polaridade e forças intermoleculares, o que foi observado quando se tratava do assunto de polaridade, é quando os alunos iam determinar o momento dipolo a grande dificuldade era determinar a geometria das moléculas, então quando determinavam os estudantes faziam a operação, de forma bem rápida, de soma ou subtração de vetores achando então o momento dipolo das moléculas contida na questão. As moléculas que foram utilizadas para implementação do conceito de polaridade foram:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{Cl}_2$  e  $\text{CCl}_4$ .

Os comentários em relação a esse assunto foram positivos “*Determinar o momento dipolo por vetores é fácil pois já vimos em Física a única dificuldade é achar o arranjo da molécula*” afirmou um dos estudantes. Mais uma vez, a não abstração, em virtude da metodologia utilizada para ministrar o conteúdo de geometria molecular dificulta o desenvolvimento do conteúdo de polaridade, pois como já foi mencionado anteriormente, a geometria tem um papel determinante na definição do caráter da molécula.

**Figura 20** - Moléculas utilizadas para exemplificar o momento dipolo.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Em seguida, depois do exercício que envolvia o assunto de polaridade os discentes fizeram outra questão porém, com a temática forças intermoleculares; onde foram abordadas, no momento da explicação do conteúdo os tipos de forças existentes entre as moléculas: íon – dipolo, dipolo – dipolo, dipolo – dipolo induzido, dipolo induzido – dipolo induzido, dispersão de London e ligações de hidrogênio.

Na resolução do exercício, que tinha como finalidade de comparar as forças intermoleculares presentes em duas moléculas, os alunos tiveram, a partir da polaridade, facilidade de identificar quais forças existiam nas moléculas dando uma melhor compreensão do assunto.

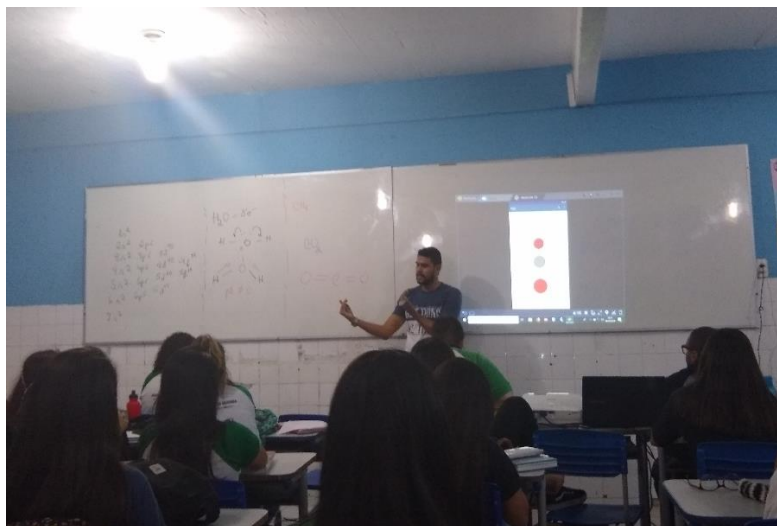
Um dos intuitos desse 2º encontro, além de observar como é ministrar uma aula de geometria molecular de forma totalmente expositiva, foi relembrar os alunos os conteúdos abordados e faz-lo perceberem que um conteúdo depende do outro, dando a importância de forma igualitária a cada conteúdo apresentado nesse encontro.

### 4.3 Terceira Etapa

Após à aula ministrada com o modelo totalmente tradicional, a pesquisa teve continuidade com uma aula fora dos padrões abordados no 2º encontro com utilização do aparelho móvel e do modelo molecular como ferramentas educacionais, Figura 21, tendo como alvo principal proporcionar a melhor compreensão dos assuntos para os estudantes, como também observar a interação do aluno com um determinado recurso tecnológico, o celular.



**Figura 21** - Aula utilizando o celular como ferramenta educacional, como forma de melhorar a compreensão dos alunos sobre a temática de geometria molecular.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

De início, foi explicado aos alunos como utilizariam os aplicativos projetando os mesmos no quadro, essa iniciativa teve como finalidade de tornar mais didático esse processo e fazer com que os alunos que não tinham baixados os apps, nos seus dispositivos, visualizassem e utilizassem o que estava sendo disponível para eles no momento. Esses alunos, um por um, foi se ambientando do aplicativo através desse método.

Posteriormente ao processo de familiarização, foi feita uma breve revisão acerca dos assuntos que foram abordados no último encontro. Logo após, utilizou-se o aplicativo e também o modelo molecular para determinar a geometria de algumas moléculas que se encontravam no material de atividades do segundo encontro. Com o andamento da aula, notou-se que ao observar a geometria de uma molécula que estava desenhada no quadro, e após visualizarem como essa está rearranjada tridimensionalmente nos aplicativos, os estudantes tinham maior compreensão da geometria abordada.

Outro fator a ser mencionado é que enquanto os alunos utilizavam os aplicativos, eles buscavam tocar na tela para rotacionar as moléculas como também aproximá-las, contribuindo para uma maior interação com aplicativo e também com uma

determinada geometria. Esse tipo de gesto não era possível no segundo encontro já que as moléculas eram apenas apresentadas de modo bidimensional no quadro.

De acordo com as observações de Smith (2005), onde em seu artigo “Cognição como um sistema dinâmico: princípios da incorporação” discute questões sobre abordagens de sistemas dinâmico para o desenvolvimento cognitivo, o desenvolvimento em questão ocorre quando um aluno interage com um meio através de atividades sensorio motoras.

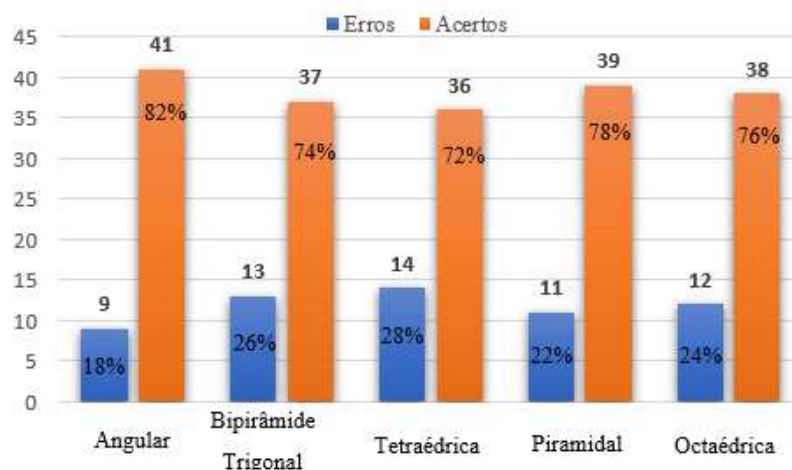
Com isso, ao utilizar os aplicativos e suas ferramentas, rotação ou aproximação, os alunos estão ampliando no seu cognitivo as suas habilidades visuoespaciais das moléculas proporcionando um olhar tridimensional, acarretando em uma melhor aprendizagem.

Depois de observar um exemplo de uma molécula e sua geometria nos aplicativos, os alunos eram instigados a construir essa geometria utilizando os modelos moleculares e as mesmas observações com a utilização do app eram constatadas ao construir uma geometria, alguns comentários foram observados, sendo o mais recorrente “*utilizando o aplicativo é mais rápido*” os estudantes acharam que o fator tempo dos aplicativos era bem mais favorável na construção da geometria do que o uso do modelo molecular.

O processo de avaliação desse encontro foi através da aplicação de um questionário final onde foi pedido para os alunos que não utilizassem o aparelho móvel para responder as perguntas sobre os conteúdos, essa avaliação teve como intuito de analisar o nível de conhecimento dos alunos depois da utilização dessas ferramentas, como também a relação tecnologia – aluno.

As questões conteudistas sobre geometria molecular se consistiam em assinalar qual geometria as moléculas de água, pentacloreto de fósforo, íon amônio, fosfina e hexafluoreto de enxofre pertenciam a partir do seu arranjo estrutural. Os dados foram coletados e foram obtidos os seguintes resultados apresentados na Figura 22.

**Figura 22** - Respostas dos estudantes as perguntas sobre geometria molecular no questionário final.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Com isso, pode inferir que a média da porcentagem de acertos nas questões é equivalente a 76% da turma e a média de erros é 24% resultado esse, bem positivo tendo em vista que no 1º e 2º encontro foram diagnosticados várias deficiências e dúvidas dos alunos em relação a algumas geometrias abordadas no questionário final e do conteúdo como um todo. Vale ressaltar que os alunos não tiveram acesso as respostas conteudistas do questionário inicial.

A partir desse resultado, pode-se perceber que houve uma aprendizagem mais efetiva em relação a aula ministrada no 2º encontro, evidenciando que as ferramentas utilizadas para melhorar a visualização das geometrias contribuíram para um entendimento mais a fundo de como os átomos se rearranjavam quando assumiam certas geometrias. Adicionalmente, Mcclum (2014, p. 1810) afirma que o uso de recursos alternativos, principalmente os tecnológicos, no qual tem como finalidade de representar moléculas, faz com que os alunos desenvolvam nível de competência representacional, e um espectro de habilidades visuais para interpretar, visualizar e construir representações das moléculas.

Dessa forma, a metodologia aplicada no 3º encontro proporcionou esse desenvolvimento representacional, uma vez que, foi utilizado o aplicativo para observar tridimensionalmente e logo após os alunos construíram as moléculas com o modelo molecular comprindo, então os requisitos para se ter tal desenvolvimento.

Nas questões nas quais envolviam os assuntos de polaridade e forças intermoleculares foram obtidos os seguintes resultados:

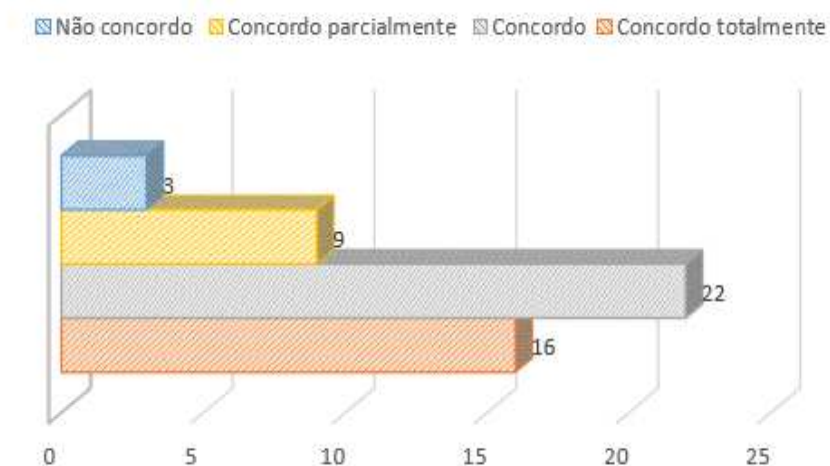
Na questão de forma dissertativa, pode -se observar que houve uma mudança na definição desses temas em comparação com o que foi exposto inicialmente no 1º encontro, como pode ser observado em algumas respostas dos estudantes abaixo.

- Estudante A: *“Sim, uma molécula é polar quando temos um vetor resultante, um momento dipolo diferente de zero, no caso o átomo mais eletronegativo vai puxar a densidade eletrônica dos átomos que são menos eletronegativos do que ele e uma molécula é apolar quando possui o momento dipolo igual a zero. Forças intermoleculares são forças que existem entre as moléculas, sendo que uma das mais forte é a ligação de hidrogênio.”*
- Estudante B: *“Polaridade é um momento eletroestático da molécula, uma molécula é polar quando tem um vetor resultante diferente de zero e apolar quando se tem o vetor resultante igual a zero. Forças intermoleculares são forças que uma molécula exerce na outra, por exemplo se uma molécula é polar ela vai interagir com outra molécula polar, sempre irá ocorrer uma interação com moléculas de forças semelhantes, e na apolar é do mesmo jeito.”*
- Estudante C: *“Polaridade de uma molécula depende da eletronegatividade se existir diferença de eletronegatividade a molécula é polar e não é apolar. E com relação as forças intermoleculares são forças entre duas ou mais moléculas onde tipos de forças parecidas atraem moléculas com essa mesma força.”*

É notório observar que as respostas sobre os conceitos de polaridade e forças intermoleculares estão bem mais desenvolvidas e completas em comparação as respostas dos estudantes no questionário inicial, dando indícios de que ocorreu uma aprendizagem efetiva em relação e esses conceitos, em concordância com essa afirmação tem-se os resultados da questão objetiva sobre a polaridade da molécula de CO<sub>2</sub>, 70% dos alunos responderam que a molécula é apolar e 30% polar.

A opinião dos alunos em relação ao uso dos aplicativos para auxiliar na aprendizagem do conteúdo de geometria e polaridade foram também foram coletadas.

**Figura 23** – Respostas dos alunos à afirmação “A utilização dos aplicativos facilitou bastante a minha aprendizagem nos assuntos de geometria molecular e polaridade.”



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Os dados da Figura 23 apontam que 22 alunos, ou seja, 44% da turma concordam com a afirmação de que os aplicativos ajudaram a compreender melhor os assuntos de geometria molecular e polaridade, 16 (32%) alunos concordam totalmente, 9 (18%) concordam parcialmente e apenas 3 (6%) discordam com tal afirmação. Ao observar esse resultado, fica claro que utilização dos aplicativos promoveram uma melhor compressão dos assuntos abordados ajudando na visualização das moléculas em 3 dimensões. Fato esse, que vai de encontro com a linha de pensamento de Fialho e Matos (2010) que defende que a utilização de software é importante no auxílio de determinados conteúdos, esse recurso irá fornecer ao estudante habilidades melhorando o seu desempenho escolar.

A partir do uso do software, o estudante poderá seguir seu próprio ritmo de estudos, permitindo uma maior autonomia no seu processo de aprendizagem. Os softwares podem ser usados como gatilhos educacionais para acionar os subsunçores dos alunos, fazendo com que se recordem de conceitos e consigam ancorar as informações antigas, conhecimentos prévios, com um novo, dando aos subsunçores novos significados, ocasionando em uma aprendizagem significativa efetiva.

O uso de aplicativos como forma de ativar os subsunçores dos discentes além de estar promovendo uma aprendizagem significativa está efetivando uma das

modalidades de aprendizagem do século atual, o mobile learning, Tornando então a (TAS) em conjuntura com a técnica de mobile learning metodologias valiosas e com um tremendo potencial para o uso no Ensino de Química. (TRAXLER, 2009) .

A análise do questionário de sondagem e o do questionário final permite observar esse processo, tendo em vista, que no primeiro questionário foi detectado que os alunos sabiam parcialmente dos conteúdos tendo deficiência em alguns conceitos, pode-se relacionar essa carência pelo fato dos alunos terem contato com esses assuntos no 1º ano do Ensino Médio dois anos há atrás, e por conta da não utilização desses temas as ideias e conceitos se demonstravam fragmentadas.

Já no segundo encontro, foi ministrado uma aula no modelo tradicional e houveram vários questionamentos e dúvidas como já foi mencionado anteriormente, no entanto no terceiro encontro, apropriou-se de recursos tecnológicos e se observou que os resultados de aprendizagem foram extremamente benéficos, acarretando diversas mudanças conceituais no que tange os assuntos geometria, polaridade e forças intermoleculares.

Outro vetor do questionário final era comparar o uso das ferramentas tecnológicas, os apps, e o modelo físico, modelo molecular, no quesito fácil utilização os resultados obtidos foram que 37 (74%) dos estudantes optaram pelo uso do aplicativo e 13 (26%) responderam que o uso do modelo molecular é mais fácil de ser manusear.

Em relação as competências: manuseio dos aplicativos e as suas ferramentas foram obtidos os seguintes resultados.

**Figura 23** - Respostas dos estudantes à pergunta “Os aplicativos são simples de serem utilizados?”



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Pode – se então inferir que a maioria dos estudantes, 34 (68%) conseguiram usar de forma efetiva os aplicativos, 10 (20%) conseguiram, mas alegaram que precisa ser melhorado, 5 (10%) teve muita dificuldade e 1 (2%) não conseguiu utilizar, mostrando então que foi possível a utilização dos aplicativos na aula com praticamente toda turma.

Com a finalidade de observar as causas que levaram os resultados negativos dos questionamentos acima, foi perguntado o que poderia ser melhorado ou mudado nos aplicativos utilizados, os seguintes *feedbacks* mais pertinentes foram obtidos:

**Tabela 2** - Feedbacks de alguns estudantes em relação aos aplicativos utilizado.

<b>Molecular 3D</b>	<b>Geometria Molecular</b>
<i>Disponibilizar uma opção para abrir a tabela periódica.</i>	<i>Disponibilizar mais átomos.</i>
<i>Representar as ligações duplas e triplas.</i>	<i>Ter mais detalhamento quando se utiliza a opção ver orbital.</i>
<i>Transferir o idioma para português e ter teoria.</i>	<i>. Disponibilizar para iphone.</i>
<i>Ser disponível para o sistema iOS sistema operacional para iphone.</i>	

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Os comentários acima refletem algumas propriedades que precisam ser melhoradas ou inseridas em ambos aplicativos, um comentário a ser colocado em pauta é que os dois aplicativos utilizados na pesquisa se encontra somente disponível para celular que contém o sistema *Android*, contudo isso não inviabiliza ou prejudica a pesquisa em questão, por conta que quem possui celular com sistema operacional *iOS* pode obter um emulador do sistema operacional, geralmente o mais utilizado é o *Bluestacks App*, esse software é disponível tanto para *Windows* e *Mac* e a sua finalidade é virtualizar a experiência *Android* completa em seu computador. O software é gratuito para baixar e usar possibilitando a instalação de aplicativos comumente adicionados nos celulares.

Desta maneira, os alunos que tem o sistema operacional incompatível com os aplicativos, podem utilizar o recurso do emulador para instalar os aplicativos em questão em seus computadores e utiliza-los normalmente. Sabendo-se que nem todos os estudantes possuíam o sistema *Android* em seus celulares, no momento da aplicação do

3º encontro foi disponibilizado para os mesmos um computador com o emulador e os aplicativos baixados, fazendo com que o essa problemática não impedisse o andamento da pesquisa.

Outro fato a ser abordado é que muitos discentes falaram a respeito de se ter a parte teórica no aplicativo, evidenciando que os alunos, do século XXI estão totalmente conectados e o simples fato de ter uma teoria interligada com o um aplicativo chamaria mais atenção dos alunos do que pegar um livro e folharem as páginas para estudar o conteúdo.

Logo, tem-se que a utilização dos aplicativos forneceram aos alunos uma melhor compreensão dos assuntos abordados como mostrado nos resultados do questionário final, e que os aplicativos se mostraram bastante promissores para serem aplicados como forma de ensino do assunto de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares.



## 5.0 CONCLUSÕES

O aspecto de que determinados assuntos de química, que envolvem visualizações microscópicas e observações em um espectro tridimensional, como a temática de geometria molecular e suas ramificações, são considerados pelos os discentes da Educação Básica como os conteúdos mais difíceis de serem compreendidos. Isso fez com que, nessa pesquisa, fossem utilizados metodologias alternativas de ensino que proporcionassem aos educandos um olhar mais 3D para a moléculas e suas geometrias. Esse estudo teve seu enfoque em desmistificar o fato de que os assuntos de geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares são muito abstratos e tornar esses temas mais atrativos e significativos no processo de aprendizagem do aluno.

Considerando os resultados do questionário de sondagem e da entrevista, fica claro portanto que existe, sim, uma grande dificuldade dos alunos do Ensino Médio em entender como as moléculas estão rearranjadas no espaço quando assumem certas geometrias, acarretando em deficiências conceituais em conteúdos que dependem desse assunto como polaridade e forças intermoleculares.

Outro fato a ser colocado em pauta, é que os recursos tecnológicos são poucos utilizados pelos docentes, segundo os alunos, para ensinar os conteúdos de química, uma vez que o fator muito mencionado quando questionado sobre esse resultado com os professores é o tempo, impossibilitando de se trabalhar com determinada frequência essas ferramentas.

O processo de aprendizagem dos alunos, em contato com os assuntos abordados, com a utilização dos aplicativos se mostrou bastante eficaz em comparação com aula seguindo o estilo do modelo tradicional.

Ocorreu, dentre das definições dessa teoria de aprendizagem, uma aprendizagem significativa como foi observado no questionário final, visto que a quantidade e acertos em questões conteudistas foram bem mais crescentes, como também em comparação ao resultado do questionário de sondagem.

Dentro dessa perspectiva, pode-se inferir que ocorreu a ampliação, dentro do universo espaço amostral estudado, do conhecimento por meio da visualização das moléculas demonstradas nos apps, fazendo com que a assimilação de determinada geometria agregue os conhecimentos já existentes do aluno, subsunçores, ocorrendo uma expansão cognitiva acarretando em uma aprendizagem mais estruturada.

Os aplicativos também se mostram boas ferramentas para se aplicar o método *mobile learning* tendo em vista que proporcionaram aos alunos uma maior interação com os conteúdos abordados, se portando como o agente facilitador de aprendizagem.

Os estudantes tiveram uma boa interação com os aplicativos em questão, pois a aula ministrada com a utilização desse recurso se demonstrou mais fluída e a troca de conhecimento e informações entre aluno e os aplicativos tornou a aula mais dinâmica.

Quando comparado a utilização dos aplicativos e o modelo molecular físico, os educandos concordaram que ambas as ferramentas proporcionam a visualização 3D, porém a maioria, como demonstra os resultados, preferiu a utilização dos aplicativos alegando que essa ferramenta é mais otimizada no quesito tempo.

As opiniões da maioria dos alunos em relação as ferramentas dos aplicativos, se mostraram bastante positivas no que relaciona layout e telas iniciais para a continuação do uso desses apps, necessitando apenas, segundo alguns alunos, de uma aprimoração.

## REFERÊNCIAS

- APPLING, J. R.; Peake, L. C. **Instructional Technology and Molecular Visualization**. J. Sci. Educ. Technol. 2004, 13, 361–365.
- CANTO, W. **Química na abordagem do cotidiano**, 1. ed. Editora Moderna, São Paulo, 1993.
- CEARÁ. Assembléia Legislativa. **Lei nº 14.146, de 25 de Junho de 2008. (D.O. DE 30.06.08)**Fortaleza, CE. Disponível em: <<https://www.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis2008/14146.htm>> Acessado em: 12 mai. 2019.
- CHANG, R. **Química Geral – Conceitos Essenciais**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2007.
- COSTA, Giselda dos Santos. **Mobile learning: explorando potencialidades com o uso do celular no ensino - aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com alunos da escola pública**. 2013. 201f. Tese. (Doutorado em Letras). Pós-Graduação em Letras, – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife, 2013.
- COSTA, M. M. M. **Investigação sobre as novas modalidades de educação no ensino de química: uso do método mobile learning**. 2017. 99 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.
- DELAVALLI, Caroline; CORRÊA, Michelle Melo C. **Informática na Educação: uso de aplicativos para estímulo do estudo em rede**. 2014. 95f. Monografia. (Graduação em Sistemas de Informação). Escola de Informática Aplicada – UNIRIO. Rio de Janeiro, 2014.
- DIAS (2004). **Processos de aprendizagem colaborativa nas comunidades online**. In ELearning para E- Formadores. TecMinho/Gabinete de Formação Contínua- Universidade do Minho, pp. 21-32.
- FERNANDES, A. C.; HEROLD, B.; MAIA, H.; RAUTER, A. P.; RODRIGUES J. A.R. **Guia IUPAC Para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos**. Tradução portuguesa nas variantes europeia e brasileira de A guide to IUPAC nomenclature of organic compounds recommendations. Lisboa: LIDEL- Edições Técnicas, 2002.
- FIALHO, N. N., MATOS, E. L. M. “**A Arte de Envolver o Aluno na Aprendizagem de Ciências Utilizando Softwares Educacionais** “. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, n. especial 2, p. 121-136.UFPR, 2010.
- FROBERG, Dirk; GÖTH, Christoph; SCHWABE, Gerhard. **Mobile learning projects – A critical analysis of the state of the art**. In: Journal of Computer Assisted Learning, v.25(4), p.307–331. 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2729.2009.00315.x/epdf>>. Acessado em: 02 de mai. de 2019.
- GASTEIGER, J.; ENGEL, T. **Chemoinformatics: a textbook**. Germany: Wiley-VCH. 2003. 680p.

GILLESPIE, R. J. **The Great Ideas of Chemistry**. J. Chem. Educ. 1997.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de administração. [s.l.], v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>>. Acesso em: 01. maio. 2019>.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. *Revista Química Nova na Escola*, v. 31, Nº 3, São Paulo, 2009. Disponível em: <[http://qnesc.yordan.com/online/qnesc31\\_3/08-RSA-4107.pdf](http://qnesc.yordan.com/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf)> Acessado em: 14 mai. 2019.

KADIRIRE, James. **Mobile Learning DesMystified**. In: GUY, R. *The Evolution of Mobile Teaching and Learning*. Santa Rosa, CA, USA: Informing Science Press, 2009. p. 15-55. Disponível em: <[http://www.ingedewaard.net/papers/mobile/2009\\_traxler\\_and\\_others\\_The\\_Evolution\\_of\\_Mobile\\_Teaching\\_and\\_Lea.pdf](http://www.ingedewaard.net/papers/mobile/2009_traxler_and_others_The_Evolution_of_Mobile_Teaching_and_Lea.pdf)> Acessado em: 04 mai. 2019

LIMA, Luciana de; LOUREIRO, Robson Carlos. Integração entre Docência e Tecnologia Digital: o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais em contexto interdisciplinar. **Revista Tecnologias na Educação**, [s.l.], v. 17, n. 8, p. 1-11, 2016. Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/Art11-ano8-vol17-dez2016.pdf>>. Acessado em: 16 mar. 2019.

LOUREIRO, Robson; LIMA, Luciana de; SOARES, Andréa. **Docência Universitária no Contexto das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, XIX, 2014, Fortaleza. Anais... Fortaleza: TISE, 2014. p. 503-508. Disponível em: <[http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014\\_submission\\_72.pdf](http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014_submission_72.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2019.

MCCOLLUM, B. M.; REGIER, L.; LEONG, J.; SIMPSON, S.; STERNER, S. The effects of using touch-screen devices on students' molecular visualization and representational competence skills. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 11, p. 1810–1817, 2014  
ENS, Ronilda Teodora. Relação Professor, Aluno, Tecnologia: um espaço para o saber, o saber fazer, o saber conviver e o saber ser. **Revista Colabora**, Curitiba, PR, v.1, n.1 – p.37 – 44, fev. 2002.

MEIRELLES, F. de S. **Informática: Novas Aplicações com Microcomputadores**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988

Ministério da Educação. **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: Secretaria de Educação Médio e Tecnológica, 1999. 141p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acessado em: 17 fev. 2019.

MORAIS, C. M. V. **Recurso Multimídia “Moleculito”: Exemplo de construção e avaliação no Ensino Básico**. Dissertação de mestrado, Porto, Maio/2007

NICHELE, Aline Grunewald. **Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e aprendizagem em química: uma experiência no Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul**. 2015. 257f. Tese. (Doutorado em Educação). Programa

de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015.

MOSÉ, V. **Sociedade e Educação: nossa educação de hoje**. São Paulo, 2014. Acesso em: 01. maio. 2019.

NICOLL, G. **A Report of Undergraduates' Bonding Misconceptions**. Inter. J. Sci. Educ. 2001.

NOBRE, D.J. **Say my name: desenvolvimento, implementação e avaliação de um software educacional, no formato de um jogo, visando a melhoria do aprendizado de nomenclatura de compostos orgânicos**. 2018. Dissertação (Pós-Graduação em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

NOGARO, Arnaldo; ECCO, Idanir. Mudanças antropológicas decorrentes do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). **Reflexão e Ação**, v. 21, n. 2, p. 383-398, 2013.

OLIVEIRA, Cláudio; MOURA, Samuel P.; SOUSA, Edinaldo R. TIC's na educação: A utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. In: **Revista Pedagogia em ação**, v.7(1), p. 75 - 95, 2015. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Minas Gerais. Disponível em:<<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019/8864>> Acessado em: 20 mar. 2019.

REIS. M; SANTOS. W. **Química na Abordagem no Cotidiano**. v.1. Manual do Professor. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

SACCOL, Amarolinda Z.; SCHLEMMER, Eliane; BARBOSA, Jorge. **M-learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 1º Edição, 2011, 176 p.

SANTOS, Anderson Oliveira et al. **Dificuldades e Motivações de Aprendizagem em Química de Alunos do Ensino Médio Investigadas em Ações do (PIBID/UFS/Química)**. Scientia plena, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013.

SANTOS. W; MÓL. G. **Química Cidadã**. v. 1. Manual do Professor. 2. Ed. São Paulo: AJS, 2013.

SCHWARCZ, J. **Barbies, bombolês 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.

SEBATA, C. E., **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular**. Dissertação de Mestrado, 2006.

SHARPLES, Mike; ARNEDILLO-SÁNCHEZ, Inmaculada; Milrad, Marcelo; Vavoula, Giasemi. Mobile learning: Small devices, big issues. In **Technology-enhanced learning: Principles and products**. S. Ludvigsen, N. Balacheff, T. D. Jong, A. Lazonder, and S. Barnes (Eds.), p. 233–249, Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2009. Disponível em:<<http://oro.open.ac.uk/id/eprint/31416>>. Acessado em: 15 mai. 2019

SILVA, Airton Marques da. Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, v. 731, p.7-12, 2º Trimestre de 2011.

SKONIECZNY, S. The IUPAC Rules for Naming Organic Molecules. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 11, p. 1633, 2006.

SOUSA, Renata B. **O uso das tecnologias na educação**. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: < <https://loja.grupoa.com.br/revista-patio/artigo/5945/o-uso-das-tecnologias-na-educacao.aspx> >. Acessado em: 15 mai.2019.

STIEFF, M. **Improving Representational Competence Using Molecular Simulations Embedded in Inquiry Activities**. J. Res. Sci.Teach. 2011, 48, 1137–1158.

SUMARNI, W. Penerapan. Sebagai Upaya Meminimalisasi Miskonsepsi Mahasiswa pada Materi Struktur Molekul. [**Learning Cycle Approach**]. Jurnal Penelitian Pendidikan. 2010.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa**. Revista conceitos, v. 55, n. 10, 2004.

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**. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0468-1.pdf> > Acesso em 18 mai. 2018.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM.**

Universidade Federal do Ceará – UFC (Questionário Diagnóstico)

**1. Você sente dificuldade em aprender Química?**

- a) Sim, sempre.
- b) Sim, em quase todos os conteúdos.
- c) Sim, em poucos conteúdos.
- d) Não, nunca.

**1. Já teve contato com o assunto de Geometria Molecular?**

- a) Sim, no meu primeiro ano.
- b) Sim, porém não me recordo da matéria.
- c) Não lembro.
- d) Não, nunca.

**2. Consegue visualizar uma molécula tridimensionalmente?**

- a) Sim, sempre.
- b) Sim, com ajuda do professor.
- c) As vezes, com um pouco de dificuldade.
- d) Não, nunca.

**3. Qual é a geometria molecular da molécula de água?**

- a) Trigonal Planar
- b) Linear
- c) Angular
- d) Gangorra

**4. Você já utilizou algum aplicativo de celular para seus estudos? Se caso a resposta for afirmativa, qual? Você conseguiu melhorar a sua aprendizagem?**

---

---

---

**5. Com que frequência seu professor utiliza algum recurso tecnológico para ensinar Química?**

- a) Sempre.
- b) As vezes.
- c) Quase nunca.
- d) Nunca.

**6. Você possui celular?**

( ) sim                      ( ) não

- 7. Se a resposta anterior for sim, com que frequência você utiliza o celular?**
- a) Sempre
  - b) As vezes
  - c) Quase nunca
  - d) Nunca
- 8. Eu considero que a utilização do celular como ferramenta de ensino muito importante.**
- a) Se aplica totalmente.
  - b) Se aplica.
  - c) Se aplica parcialmente
  - d) Não se aplica
- 9. Você sabe o que é polaridade e forças intermoleculares? Se sim, faça um breve comentário sobre.**

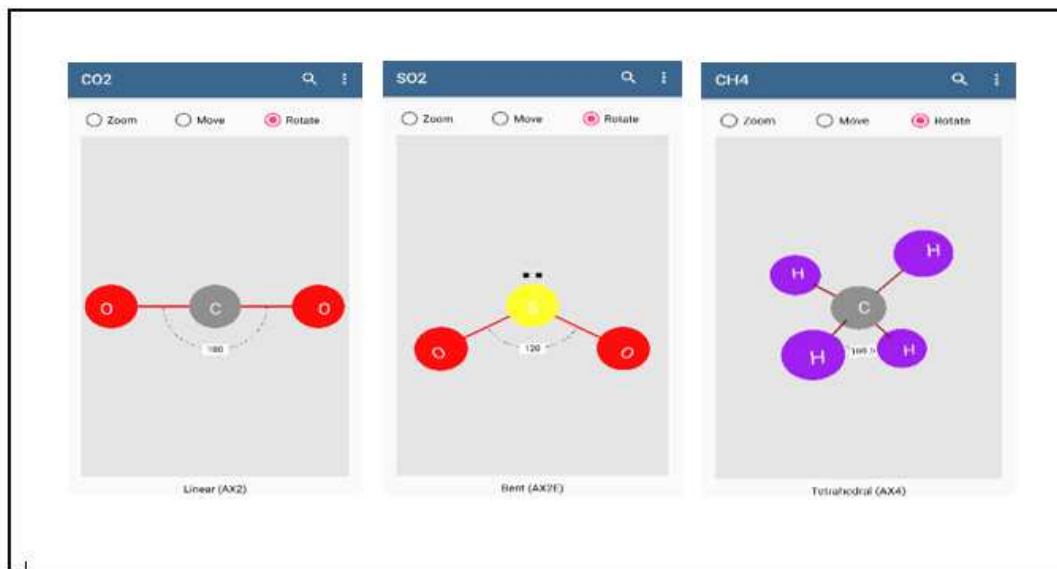
---

---

---



**APÊNDICE B – IMAGENS DAS ESTRUTURAS UTILIZADAS NA ENTREVISTA RETIDADA DO APLICATIVO *MOLECULAR 3D* E IMPRESSA EM PAPEL A4.**



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

**APÊNDICE C – PLANO DE ENSINO ELABORADO REFERENTE A AULA  
EXPOSITIVA MINISTRADA NO 2º ENCONTRO.**

**PLANO DE AULA**

**ESCOLA:** Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra

**PROFESSOR:** Allandeiverson Santos de Sousa

**CARACTERÍSTICA DO PÚBLICO ALVO**

Nº de alunos: 54 alunos

Série: 3º ano do Ensino Médio

**TEMA:** Geometria Molecular e seus desdobramentos.

**PERÍODO:** 100 minutos.

**OBJETIVOS**

- Revisar os assuntos de que englobam a temática de Teoria de Ligação;
- Abordar o assunto geometria molecular;
- Explanar sobre os assuntos de polaridade e forças intermoleculares.

**CONTEÚDOS**

- Geometria molecular, polaridade e forças intermoleculares

**ESTRATÉGIAS**

1. Recapitular os assuntos de distribuição eletrônica utilizando contexto histórico.
2. Através da química dos gases nobres explanar o tema de ligações química e suas ramificações
3. Se apropriando do assunto de ligações químicas, adentrar no conteúdo de geometria molecular;
4. Por intermédio do tema eletricidade, explanar o tema de polaridade
5. Apresentar aos alunos os tipos de forças intermoleculares existentes nas moléculas
6. Aplicar uma lista de exercícios relacionado aos temas abordados.

**MATERIAIS:** Pincel; Quadro Branco; Apagador;

## **AVALIAÇÃO**

Aplicação de uma lista de exercícios relacionado aos temas abordados.

## **REFERÊNCIAS**

- REIS. M; SANTOS. W. **Química na Abordagem no Cotidiano**. v.1. Manual do Professor. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- SANTOS. W; MÓL. G. **Química Cidadã**. v. 1. Manual do Professor. 2. Ed. São Paulo: AJS, 2013

**APÊNDICE D – LISTA DE ATIVIDADES.**

- Um elemento X ( $Z = 1$ ) combina com Y ( $Z = 7$ ). O composto formado tem, respectivamente, fórmula molecular e forma geométrica?**
  - XY<sub>3</sub>: trigonal
  - X<sub>3</sub>Y: angular
  - YX<sub>3</sub>: piramidal
  - YX: linear
- Determine a Geometria Molecular de cada molécula abaixo:**
  - H<sub>2</sub>O
  - BeH<sub>2</sub>
  - CCl<sub>4</sub>
  - BrF<sub>5</sub>
  - SF<sub>6</sub>
- A luz azulada que brilha e se movimenta, vista às vezes em pântanos e cemitérios, resulta da inflamação espontânea da fosfina (PH<sub>3</sub>) e outros gases liberados de matéria orgânica em decomposição. A molécula da fosfina (PH<sub>3</sub>) apresenta geometria molecular:**
  - Linear
  - Angular
  - Trigonal planar
  - Octaédrica
- Dentre as substâncias representadas abaixo, assinale a que é constituída de moléculas polares:**
  - CO<sub>2</sub>
  - H<sub>2</sub>O
  - BF<sub>3</sub>
  - Cl<sub>2</sub>
  - CCl<sub>4</sub>
- Que tipos de forças intermoleculares existem entre os seguintes pares:**
  - HBr e H<sub>2</sub>S
  - Cl<sub>2</sub> e CBr<sub>4</sub>
  - I<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - NH<sub>3</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

**APÊNDICE E – CRONOGRAMA PARA APLICAÇÃO DO 3º ENCONTRO.**

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO FINAL

### Questionário Final

**1. Qual é a geometria molecular da molécula de água (H<sub>2</sub>O)?**

- a) Tetraédrica
- b) Angular
- c) Linear
- d) Pirâmide trigonal

**2. A utilização do aplicativo facilitou bastante a minha aprendizagem sobre o assunto de geometria molecular e polaridade.**

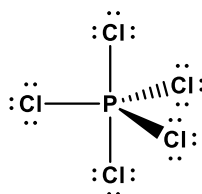
**Sobre essa afirmação marque a opção que mais se aplica na sua opinião.**

- a) Concordo plenamente
- b) Concordo
- c) Concordo parcialmente
- d) Não concordo

**3. O aplicativo é simples de ser utilizado?**

- a) Sim, muito simples
- b) Sim, mas precisa ser melhorado
- c) Não, tive muita dificuldade
- d) Não, não consegui utilizar

**4. Qual a geometria da molécula abaixo?**



- a) Trigonal planar
- b) Bipirâmide Trigonal
- c) Angular
- d) Octaédrica

**5. Qual dos matérias você teve mais facilidade de utilizar?**

( ) Aplicativo ( ) Modelo Molecular

**6. A partir do tema explanado você conseguiu entender o que é polaridade e forças intermoleculares? Se sim, comente sobre.**

---



---

7. A molécula dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é?

( ) Polar      ( ) Apolar

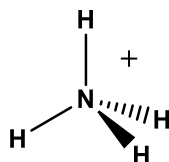
8. O que pode ser melhorado ou mudado no aplicativo utilizado, *molecular 3D*?

---

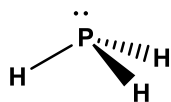


---

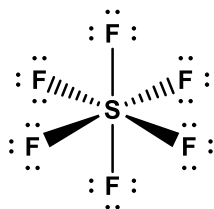
9. Indique qual geometria essas moléculas pertencem?



- a) Angular
- b) Linear
- c) Tetraédrica
- d) Piramidal



- a) Trigonal
- b) Angular
- c) Octaédrica
- d) Piramidal



- a) Octaédrica
- b) Tetraédrica
- c) Angular
- d) Bipirâmide Trigonal

