



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

**UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE PARA O
ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR NO NÍVEL MÉDIO**

Londrina

2019

RENATA ANDRADE MANFIO

**UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE PARA O
ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR NO NIVEL MÉDIO**

Produto Educacional de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química - PROFQUI do Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Linha de pesquisa: Novas tecnologias de informação e comunicação no ensino de Química

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino

Londrina

2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do site Projeto PheT.....	17
Figura 2 - Interface do simulador virtual Geometria Molecular (Projeto PheT).....	18
Figura 3 - Interface do simulador virtual Geometria Molecular (Projeto PheT).....	19
Figura 4 - Interface do simulador virtual Geometria Molecular (Projeto PheT).....	20
Figura 5 - Interface do simulador virtual Geometria Molecular (Projeto PheT).....	21
Figura 6 - Modelos moleculares confeccionados pelos alunos com balas de goma e palitos de dente	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCI	Tecnologia de Informação e Comunicação
NTIC	Nova Tecnologia de Informação e Comunicação
PhET	Physics Education Technology
OA	Objetos de Aprendizagem
3D	Três Dimensões
VSEPR	Modelo de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	06
1.SOFTWARE ESCOLHIDO.....	10
2. METODOLOGIA.....	17
2.1 Etapas da Metodologia.....	18
2.1.1 Escolha do Simulador Virtual Geometria Molecular.....	18
2.1.2 Levantamento dos Conhecimentos Prévios dos Sujeitos Sobre o Tema.....	18
2.1.3 Introdução dos Novos Conceitos Sobre Geometria Molecular.....	18
2.1.4 Avaliação dos Conhecimentos Prévios dos Alunos e Conhecimentos Adquiridos Através das Atividades Práticas.....	20
2.1.5 Avaliação do Simulador Virtual na Aprendizagem Significativa de Geometria Molecular.....	20
2.1.6 Avaliação da Proposta.....	20
2.1.7 Análise e Validação da Sequência Didática.....	20
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21

REFERÊNCIAS

.....	25
-------	----

APÊNDICE A

Plano de Trabalho Docente das escolas Técnicas do Estado de São Paulo.....	64
--	----

APÊNDICE B

Pré - questionário aplicado aos alunos no terceiro dia da sequência didática.....	66
---	----

APÊNDICE C

Questionário aplicado aos alunos no sexto dia da sequência didática.....	68
--	----

APÊNDICE D

Questionário aplicado aos alunos no sexto dia da sequência didática.....	71
--	----

INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea está cada vez mais informatizada e globalizada. Smartphones, tablets e computadores tomam um papel de destaque na vida de todos e principalmente dos mais jovens. Desta forma se torna cada vez mais difícil pensar na prática educativa sem a integração destes recursos tecnológicos

É sabido que a maior parte dos alunos não demonstra grande interesse pela área de exatas. Aliás, a Química enfrenta um grande problema que é a falta de “materialidade” de grande parte do conteúdo apresentado em sala de aula. Quando adentramos no universo “invisível” dos átomos, elétrons, prótons e nêutrons, ou quando abordamos assuntos como geometria molecular, modelos atômicos, entre outros, notamos uma grande dificuldade dos alunos em compreender os conteúdos estudados.

Os professores também relatam grande dificuldade em expor os conteúdos na sala de aula utilizando como instrumentos a lousa, o giz e os livros didáticos. Sem a interação necessária entre aluno e professor, na maioria das vezes o conteúdo acaba sendo transmitido por repetição de resolução de exercícios, sem significado algum para o aluno, que acaba sem compreender o fenômeno estudado.

A invasão da tecnologia em nosso dia a dia tem promovido uma verdadeira revolução social e cultural e a parcela da sociedade que mais vivencia essa revolução social são os jovens, na maioria deles em idade escolar. Essa mudança na forma de pensar, viver e se comunicar tem uma influência direta na escola, visto que o conhecimento ali adquirido está situado para além de seus muros.

A fala da maioria dos alunos do Ensino Médio é que não gostam de Química, pois além de não conseguirem compreender os fenômenos e modelos apresentados, não veem uma relação do conteúdo estudado com o seu cotidiano. Muitas vezes, os alunos relatam que as aulas são ministradas de maneira tradicional, com o uso apenas da lousa, giz e livro didático.

A maioria dos conteúdos no ensino de Química são muito abstratos e por isso se torna necessário que o professor trabalhe de forma diferenciada tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas, despertando nos alunos uma maior curiosidade.

De acordo com a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (BRASIL, 1996), o ensino de Química deve colaborar na construção do conhecimento científico do educando, colocando-o como participante deste processo e não como mero espectador. O aluno deve, juntamente com o professor, construir novos conhecimentos a fim de se tornar um cidadão crítico. Desta forma, o professor pode facilitar o processo ensino aprendizagem através

da contextualização dos conteúdos, dando significado a eles.

No ensino da geometria molecular, por exemplo, o que acaba ocorrendo é a memorização por parte dos alunos das moléculas mais utilizadas e sua geometria, através de modelos prontos apresentados pelos livros didáticos. Sem o uso de nenhuma ferramenta de mediação, o professor acaba sendo um mero transmissor de uma informação que não terá nenhum significado para os estudantes.

No mundo, há algumas décadas, novas abordagens de ensino têm facilitado o aprendizado dos alunos, fazendo com que o estudante se torne protagonista e adquira conhecimentos necessários para agir como cidadão. Ainda assim, nos dias de hoje, o Brasil continua com o ensino de química tradicionalista, favorecendo a aprendizagem mecânica, onde o aluno, de forma passiva, memoriza o conteúdo essencialmente acadêmico.

A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores. (PCN, 2000)

Segundo os PCNs, a importância do ensino de Química no Ensino Médio se dá pelo fato de que este conhecimento auxilie os alunos na compreensão das transformações químicas que ocorrem em seu dia.

Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica. (PCN, 2000)

Neste contexto, cabe ressaltar a importância do professor assumir a função de mediador entre as TICs usadas no processo ensino aprendizagem e os alunos, acreditando que tais ferramentas não substituirão seu trabalho, pois será ele que planejará as atividades e as desenvolverá no momento apropriado para complementar um determinado conteúdo. Para

tanto, deve-se investir na formação inicial dos professores, para que eles tenham uma boa preparação a nível pedagógico e se tornem capacitados para utilizarem diferenciadas estratégias de ensino, tais como as TICs.

Em meio a todas estas mudanças, observamos cada vez mais a falta de interesse dos alunos em estudar química e esse desinteresse aumenta na proporção em que a prática docente continua tradicionalista. Segundo Fujita (2007),

Alguns educadores já estão percebendo que a metodologia tradicional, utilizada em sala de aula, já não mais contempla as necessidades dos alunos e muito menos seus verdadeiros anseios em relação à vida que se apresenta fora dos “muros da escola”. Percebem nitidamente que seus alunos estão cada vez mais desinteressados pelo conteúdo, desatentos, chegam sempre atrasados e não têm uma participação efetiva em sala de aula (Fujita, 2007).

O projeto PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology) é uma iniciativa da Universidade do Colorado, cujo objetivo é auxiliar professores de ciências (Física, Química, Matemática e Biologia) através de um pacote de simulações. Esta TIC é disponibilizada na Internet gratuitamente, pode ser executada diretamente da Internet ou ser baixada e instalada nos computadores locais. Tanto o uso quanto a instalação são simples e fáceis, podendo ser executado pelos professores de química nos laboratórios de informática das escolas.

No mundo moderno, as novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC's) como os simuladores PhET, são capazes de tornar o ensino de Química mais interessante e fazer com que o aluno fique curioso pelo desconhecido.

Sendo assim, o produto educacional aqui apresentado propõe a aplicação do PhET Simulation para o ensino de Geometria Molecular com alunos do 1º ano do Ensino Médio e verificação de sua possível eficácia como facilitador no processo da aprendizagem significativa. Espera-se também, que esta pesquisa possa contribuir potencialmente para a melhoria do trabalho docente na disciplina de Química, através de novas possibilidades de abordagem.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Desenvolver uma sequencia didática (produto educacional) com o uso do simulador virtual PhET “Geometria Molecular”, de forma a desenvolver uma ancoragem mais efetiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno, avaliando, desta forma, novas possibilidades de aprendizagem significativa, segundo Ausubel.

Objetivos Específicos

- Desenvolver e aplicar uma sequência didática (produto educacional) que possa contribuir com a aprendizagem de Geometria Molecular no Ensino Médio;
- Selecionar e aplicar as abordagens didáticas com uso de simulação virtual para mediar a compreensão do conteúdo de Geometria Molecular, no nível médio.
- Descrever as interações dos estudantes com o conteúdo de Geometria Molecular apartir das abordagens didáticas: simulação virtual.
- Validar a Sequência Didática e os recursos utilizados.
- Confeccionar, como “*Produto Educacional*”, uma cartilha/tutorial com a Sequência Didática sobre o conteúdo no sentido de orientar outros professores para a sua utilização.
- Analisar as contribuições e as potencialidades do uso desse tipo de abordagem didática para a aprendizagem de Geometria Molecular.

1. SOFTWARE ESCOLHIDO

Muitos repositórios disponibilizam o acesso livre de seus arquivos aos professores, onde se encontram os OA - Objetos de Aprendizagem. Os OA são ferramentas que integram a usabilidade do design e a usabilidade pedagógica (FLÔRES; TAROUCO, 2008). Para a escolha de um OA, o professor deve seguir algumas orientações importantes tais como saber o objetivo da aprendizagem, definir as estratégias que utilizará em sua aula e o grau de aprofundamento que deseja que seus estudantes adquiram com a atividade.

O uso dos OA nas aulas de química permite que eles compreendam os conteúdos tanto da forma conceitual como na forma procedural. Diferentemente de como acontece nas escolas, na forma tradicional, os OA abordam de maneira contextualizada e interdisciplinar os conceitos, e assim os estudantes se tornam capazes de interpretar fatos científicos. Os OA permitem que o estudante aprenda os procedimentos fora do ambiente escolar, desenvolvendo autonomia.

Os PCN (BRASIL, 1998) propõem que o professor utilize diferentes linguagens verbal, musical, matemática, gráfica, plástica e corporal como meio para produzir, expressar e comunicar suas ideias; saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos.

Os mais variados OA para o ensino de Química podem ser encontrados em repositórios na Internet no formato de jogos, simuladores, videoaulas, entre outros. Um ponto muito positivo destes OA é o fato de os estudantes poderem acessá-los em casa, assim o professor pode iniciar a atividade em sala de aula e pedir para que seus alunos a terminem em sua casa.

É essencial que os professores estejam capacitados para utilizar o computador como instrumento pedagógico. Então, ele pode utilizar os mais diversos softwares disponíveis. Por meio dos softwares podemos ensinar, aprender, simular, estimular a curiosidade ou, simplesmente, produzir trabalhos com qualidade (TAJRA, 2012). O uso dos simuladores virtuais como OA relaciona a educação, ciência e tecnologia.

Os simuladores virtuais são um tipo de OA e podem representar a transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas mais ilustradas e interessantes de ensinar química. Segundo Zara (2011), as simulações são ferramentas interativas que permitem ao usuário estabelecer conexões entre fenômenos reais e a ciência básica, através da formulação de seus próprios questionamentos.

A simulação virtual facilita o trabalho do professor em sala de aula no

processo da aprendizagem significativa, pois atua como recurso lúdico para que o aluno consiga ancorar as informações e ideias novas com os conceitos já existentes em suas estruturas cognitivas.

O OA escolhido para a elaboração do produto educacional foi o software de simulação virtual Geometria Molecular, encontrado no site do projeto PhET.

O projeto PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology) é uma iniciativa da Universidade do Colorado, ele oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas, cujo objetivo é auxiliar professores destas áreas através de um pacote de simulações.

Este OA é disponibilizado na Internet gratuitamente e tanto o uso quanto a instalação são simples e fáceis, podendo ser executado pelos professores de química nos laboratórios de informática das escolas.

As simulações são testadas e avaliadas de forma a verificar a eficácia educacional. Esta verificação é feita através de testes que incluem entrevistas de estudantes e observação do uso de simulação em salas de aula. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para o computador. Todas as simulações são de código aberto (site projeto PhET).

Os simuladores PhET são desenvolvidos utilizando os seguintes princípios de design:

- Incentivar a investigação científica
- Fornecer interatividade
- Tornar visível o invisível
- Mostrar modelos mentais visuais
- Incluir várias representações (por exemplo, objeto de movimento, gráficos, números, etc.)
- Use conexões com o mundo real
- Dar aos usuários a orientação implícita (por exemplo, através de controles de limite) na exploração produtiva
- Criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais

Várias ferramentas nas simulações fornecem uma experiência interativa:

- Clicar e arrastar para interagir com recursos da simulação
- Usar controles deslizantes para aumentar e diminuir os parâmetros
- Escolher entre as opções com botões de rádio
- Fazer medições em seus experimentos com vários instrumentos – régua, cronômetros, voltímetros e termômetros.

À medida que os usuários interagem com essas ferramentas, eles recebem feedback imediato sobre o efeito das mudanças que fizeram. Isto permite-lhes investigar as relações de causa e efeito e responder a perguntas científicas através da exploração da simulação. (site projeto PhET).

Figura 1 - Interface do site Projeto PhET



Fonte: Diagramado pela autora a partir da tela inicial do site Projeto PhET

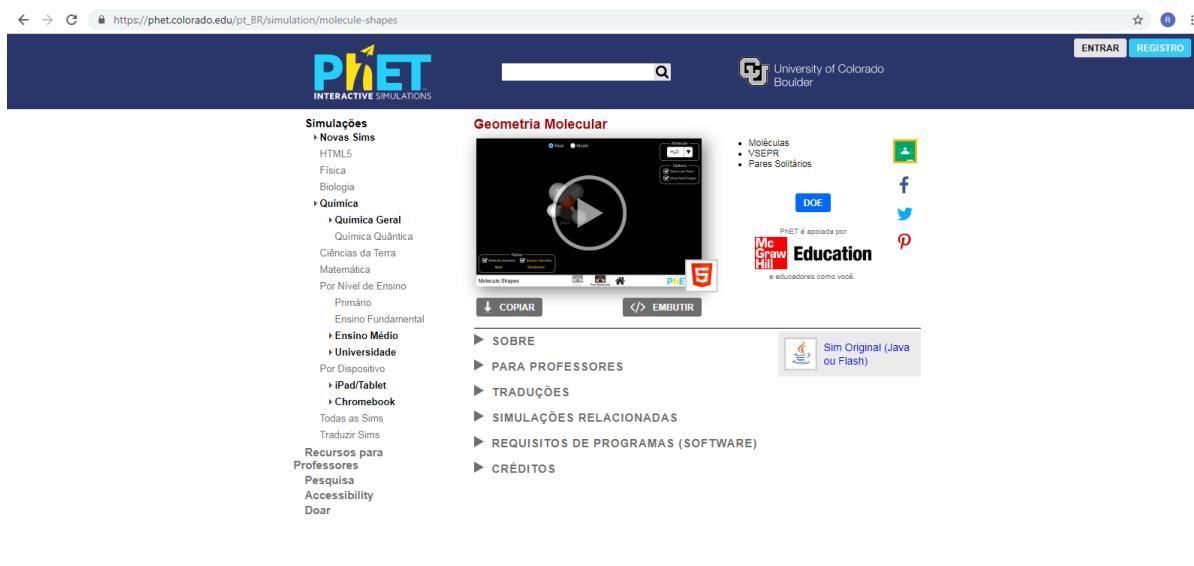
O software escolhido, Geometria Molecular, explora conteúdos sobre a construção de moléculas, o VSEPR, repulsão entre pares de elétrons solitários e ligações químicas. De forma interativa este OA explora a geometria das moléculas construindo-as em 3D (três dimensões). O estudante pode adicionar ligações simples, duplas ou triplas e pares de elétrons isolados ao átomo central, sempre comparando a sua molécula construída com o modelo da molécula real. (Site Projeto PhET)

Através desta interação virtual o aluno consegue se apropriar de conceitos cruciais para o entendimento da geometria molecular e compreensão de como a forma geométrica das moléculas afeta sua reatividade e suas características físico-químicas. (Site Projeto PhET)

De acordo com o site Projeto PhET, estes seriam alguns objetivos de aprendizagem do software Geometria Molecular:

- Reconhecer que a geometria molecular se deve a repulsões entre os grupos de elétrons.
- Reconhecer a diferença entre a geometria molecular molecular e a de elétrons.
- Dar nomes para as geometrias das moléculas e de elétrons para as moléculas.
- Comparar ângulos de ligações previstas pelo VSEPR com moléculas reais.
- Descreva como pares de elétrons isolados afetam os ângulos da ligações químicas em moléculas reais.

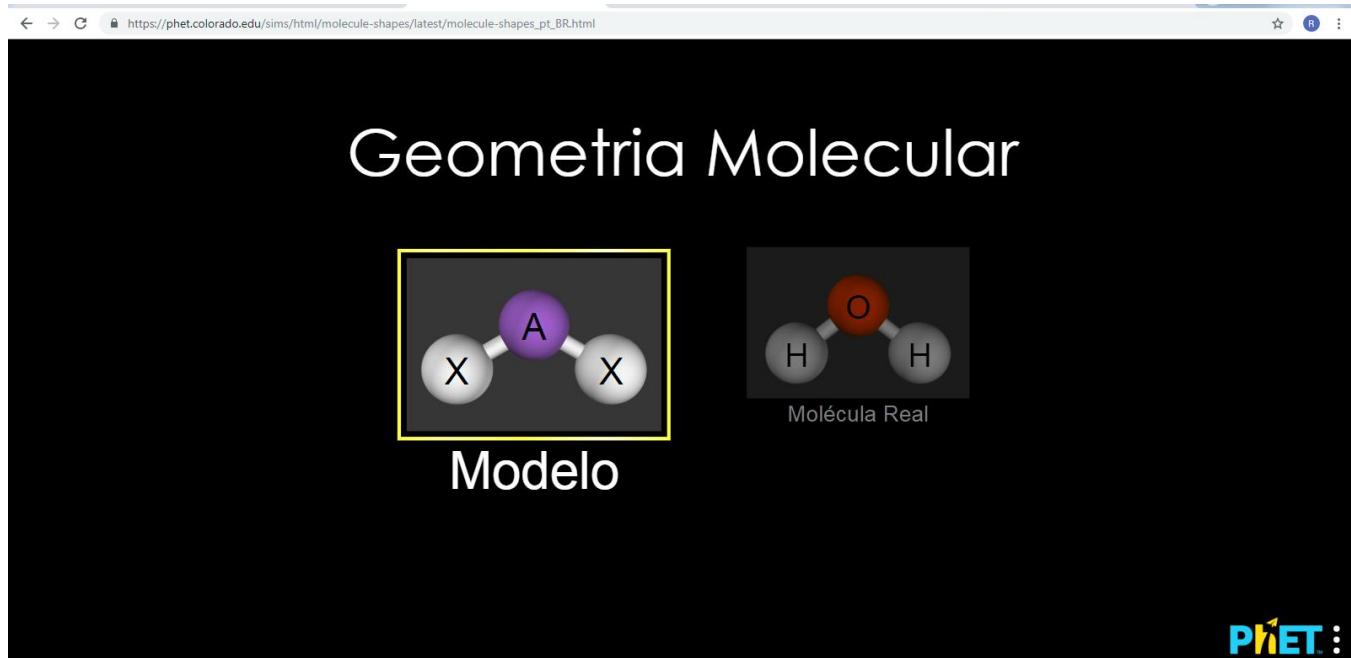
Figura 2 - Simulador Virtual Geometria Molecular



Fonte: Diagramado pela autora a partir da tela inicial do software Geometria Molecular (Projeto PhET)

Navegando, o software apresenta ao usuário, em uma segunda tela, a possibilidade de optar pela construção de uma molécula real ou por um modelo. A escolha é feita de forma simples, usando o cursor.

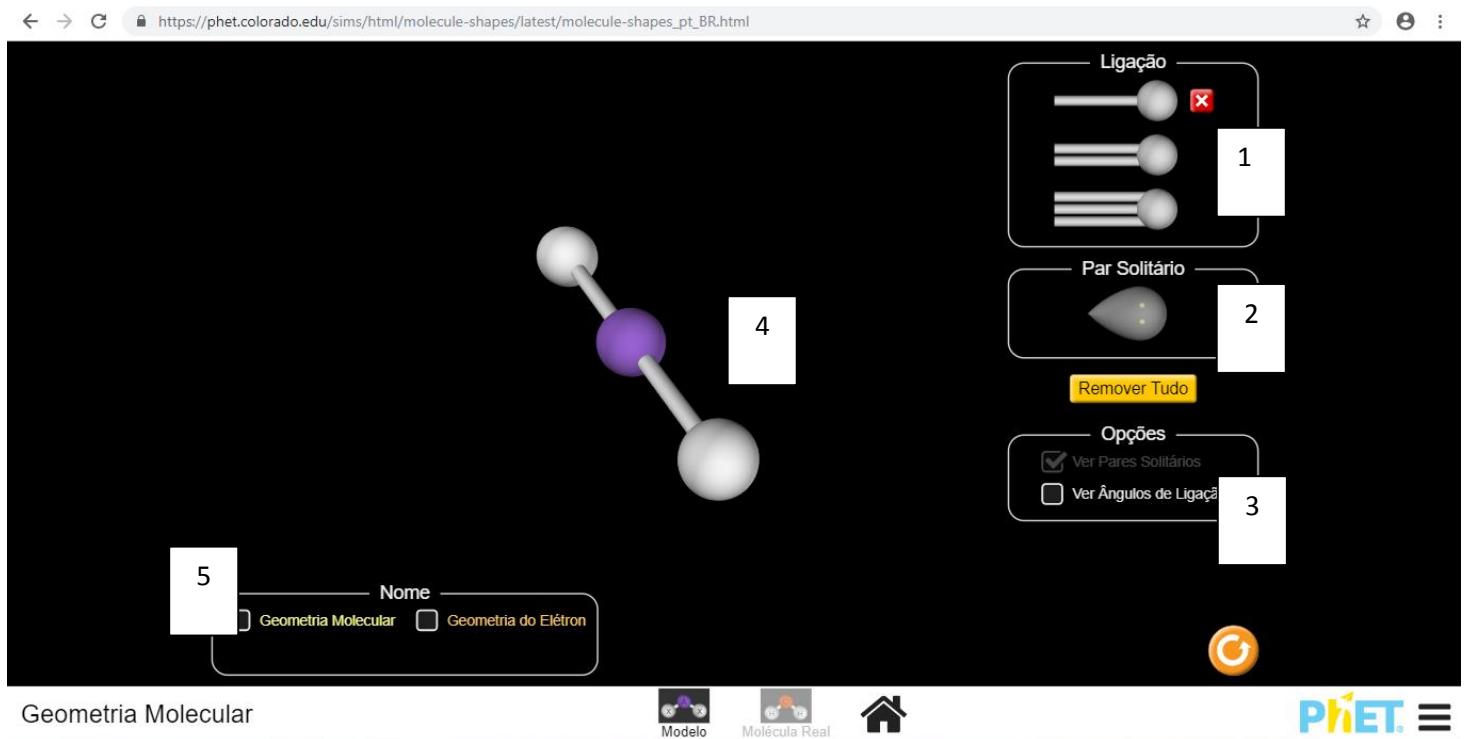
Figura 3 - Simulador Virtual Geometria Molecular



Fonte: Diagramado pela autora a partir da segunda tela do software Geometria Molecular (Projeto PhET)

Optando por "modelo", a próxima tela apresentará a possibilidade de criar moléculas "genéricas".

Figura 4 - Simulador Virtual Geometria Molecular



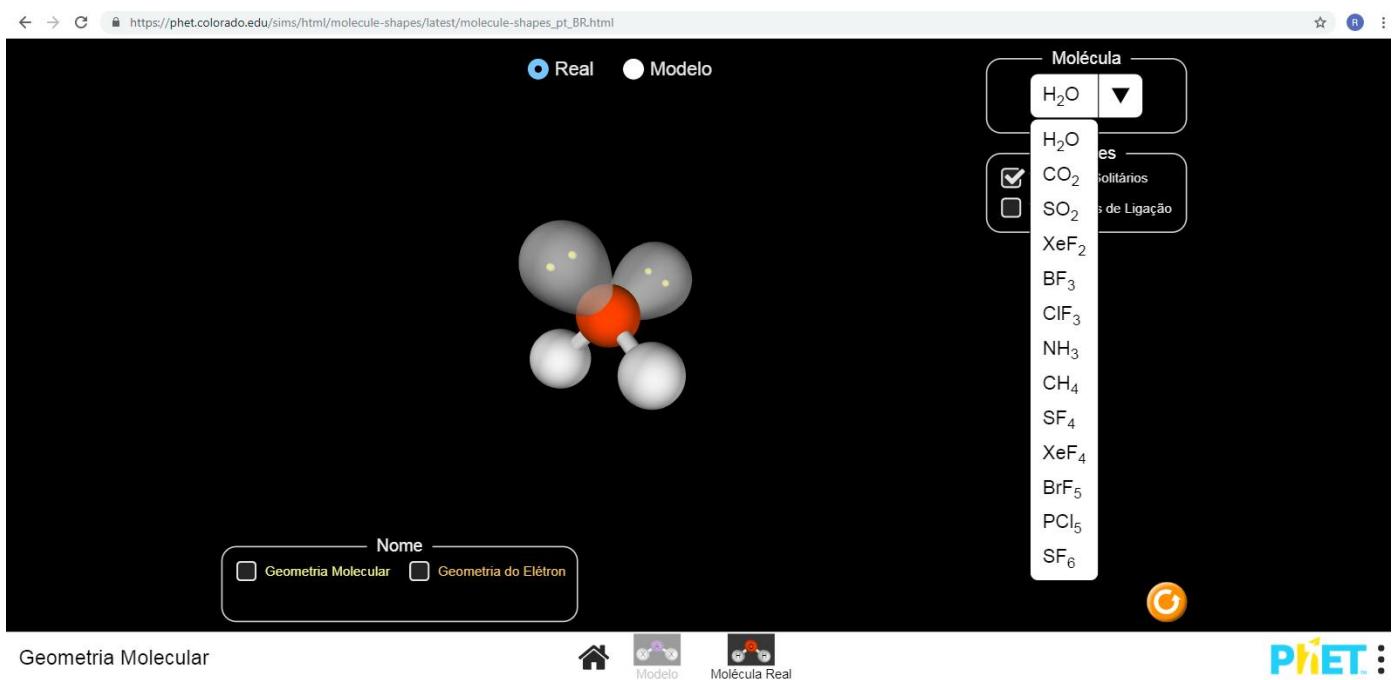
Fonte: Diagramado pela autora a partir da terceira tela do software Geometria Molecular (Projeto PhET)

Abaixo, apresentamos uma breve descrição dos comandos e funções mais comuns disponíveis nesta tela.

1. Apresenta as ligações simples, duplas e triplas que o usuário pode adicionar ao seu modelo molecular.
2. Possibilita a adição de pares de elétrons não compartilhados ao modelo.
3. O software possibilita ao usuário três opções: a) clicando em "ver Pares Solitários" ele apresentará a visualização da nuvem eletrônica criada pelo par de elétrons não compartilhado. b) clicando em "ver Ângulos de Ligação", ele apresentará a visualização do ângulo de cada ligação adicionada. c) deixando as duas opções apresentadas "em branco", o modelo molecular criado ficará sem estas duas informações.
4. O modelo molecular é apresentado conforme as alterações feitas pelo usuário.
5. O software apresenta duas opções de nomenclatura da geometria do modelo criado: A Geometria Molecular e a Geometria do Elétron.

A figura 5 mostra a tela apresentada ao usuário caso ele faça a opção de montar moléculas reais. A diferença entre a tela apresentada anteriormente e esta, são as 13 moléculas propostas como opções. Neste caso, quando o usuário escolhe a molécula, o software fornece a molécula pronta, possibilitando a ele somente a opção de visualização com ou sem os pares de elétrons não compartilhados e os ângulos de ligação. Aqui, também é apresentada duas opções de nomenclatura da geometria da molécula escolhida: a Geometria do Elétron ou a Geometria Molecular.

Figura 5 - Simulador Virtual Geometria Molecular



Fonte: Diagramado pela autora a partir da terceira tela do software Geometria Molecular (Projeto PhET)

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa participativa, qualitativa, descritiva, aplicada na perspectiva de Estudo de Caso, em que foi desenvolvida uma Sequência Didática (Produto Educacional) abordando o conteúdo Geometria Molecular no nível médio.

De acordo com Gil (2007, p.17), pesquisa é definida como:

[...] procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

De acordo com Suassuna (2008), por se tratar de uma pesquisa de caráter qualitativo, a metodologia de pesquisa não se pauta no rigor de comprovações estatísticas, a realidade é de difícil quantificação ou não pode ser quantificada, mas sim explicada.

Quando se tem o desejo de conhecer as possíveis causas de um determinado problema e buscar alternativas para resolvê-lo ou amenizá-lo, através de métodos que aplicam recursos humanos, financeiros e materiais, temos então o desenvolvimento de uma pesquisa científica.

Esta pesquisa também se caracteriza como pesquisa participante, pois o pesquisador participou ativamente de todas as atividades desenvolvidas, como: pesquisas, coletas de dados e resultado final. Independente das técnicas utilizadas, o pesquisador atuará como observador em cada etapa e buscará as informações necessárias para seguir sua pesquisa (THIOLLENT, 2003).

Diante dos desafios relacionados ao ensino de Química e da real potencialidade do uso das NTICs na educação, esta pesquisa busca responder a um questionamento central: Quais as contribuições das simulações interativas na aprendizagem significativa sobre o conteúdo de geometria molecular?

A aplicação desta pesquisa foi realizada na Escola Técnica (ETEC) Prof. Mário Antonio Verza, na cidade de Palmital, no Estado de São Paulo. As ETECs do estado de São Paulo são administradas pela autarquia Centro Paula Souza. Os alunos participantes da pesquisa estudam no curso de Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) em Administração, possuem idade entre 15-16 anos, e a maioria proveniente da rede pública de ensino da Secretaria

da Educação do Estado de São Paulo.

Desenvolvida em 6 dias de aulas, com 2 aulas de duração de 50 minutos cada, a metodologia contou com aulas práticas realizadas na sala de aula e no laboratório de informática. As condições físicas da escola são boas, que conta com 02 laboratórios de informática equipados com 20 computadores e Internet.

A metodologia empregada neste trabalho foi elaborada a partir da análise do Plano de Trabalho Docente das escolas Técnicas do Estado de São Paulo (Apêndice A). Os conhecimentos relacionados ao desenvolvimento desta pesquisa pertencem ao Tema 3 (Propriedades das substâncias e ligações químicas: diferenças entre metais, água e sais) do Plano de Curso de Química do primeiro ano do ETIM em Administração.

2.1 Etapas da Metodologia

2.1.1 Escolha do simulador virtual Geometria Molecular

Foram pesquisados em diversos sites da internet as TICs disponíveis, seus conteúdos e suas aplicabilidades para o ensino de geometria molecular. O simulador virtual escolhido foi o "Geometria Molecular", da plataforma PhET Interactive Simulations.

2.1.2 Levantamento dos conhecimentos prévios dos sujeitos sobre o tema

No primeiro dia do desenvolvimento da sequência didática foi desenvolvida uma atividade prática, em sala de aula, para verificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação à forma das moléculas: em grupos, os alunos ilustraram, em folhas de sulfite, como eles imaginariam ser as formas de algumas moléculas indicadas pela professora. As moléculas solicitadas pela professora foram HCl, CS₂, H₂O, SO₂, BF₃, NH₃, e CH₄.

2.1.3 Introdução dos novos conceitos sobre geometria molecular

No segundo dia do desenvolvimento da sequência didática, foi realizada uma atividade prática, também em sala de aula, com jujubas, palitos de dente e bexigas para a introdução de novos conceitos sobre geometria molecular. Os alunos sentaram-se no mesmo

grupo da aula anterior e com o auxílio da professora montaram os modelos das mesmas moléculas, primeiramente utilizando jujubas e palitinhos de dente, posteriormente utilizando bexigas (figura 6).

Figura 6: Modelos moleculares confeccionados pelos alunos com balas de goma e palitos de dente.



Fonte: Fotografia tirada pela autora no final da aula prática.

2.1.4 Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos e conhecimentos adquiridos através das atividades práticas

No terceiro dia do desenvolvimento da sequência didática foi aplicado aos alunos um questionário (Apêndice B). Este questionário possui três questões que tinham como objetivo avaliar o conhecimento preliminar dos alunos sobre o tema "geometria espacial"; três questões com o objetivo de avaliar as concepções e interesses dos alunos sobre o tema "geometria molecular"; e uma questão com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos alunos sobre o tema "geometria molecular" após a atividade prática realizada na aula anterior.

2.1.5 Avaliação do simulador virtual na aprendizagem significativa de geometria molecular

No quarto dia do desenvolvimento da sequência didática, foi realizada uma aula prática no laboratório de informática da escola, utilizando o simulador virtual "Geometria Molecular", disponível na plataforma PhET. Nesta prática, os alunos construíram moléculas reais propostas pela professora. Esta atividade prática teve como objetivo avaliar a potencialidade do simulador na aprendizagem significativa sobre o conteúdo de geometria molecular.

2.1.6 Avaliação da proposta

No quinto dia do desenvolvimento da sequência didática, foram aplicados dois questionários. O primeiro questionário (Apêndice C) avaliou a aprendizagem significativa dos alunos sobre geometria molecular. O segundo questionário (Apêndice D) teve como objetivo avaliar as dificuldades dos alunos e a aceitação dos mesmos em relação ao uso do simulador virtual "Geometria Molecular". Os questionários foram realizados no laboratório de informática, com o auxílio do simulador virtual Geometria Molecular.

2.1.7 Análise e validação da Sequência Didática

A partir dos resultados apontados no questionário foi feito um diagnóstico e elaborada uma sequência didática para complementar o conteúdo contido nos livros didáticos, que será descrita posteriormente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de alcançar os objetivos propostos pela presente investigação, planejamos, desenvolvemos e avaliamos as contribuições de uma sequência didática (produto educacional) em 5 aulas, consistindo de aulas práticas em sala de aula e aulas práticas realizadas no laboratório de informática da escola, com o uso do simulador virtual Geometria Molecular da plataforma PHET.

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma sequência didática que possibilitasse aos alunos uma ancoragem mais efetiva entre o novo conhecimento e os seus conhecimentos prévios, avaliando, desta forma, novas possibilidades de aprendizagem significativa, segundo a Teoria de Ausubel de Aprendizagem Significativa. Esse propósito se justifica diante da grande dificuldade dos professores em desenvolver este conteúdo com a utilização apenas dos recursos tradicionais como a lousa, o giz, as representações e desenhos em 2D e os livros didáticos.

No primeiro dia da sequência didática, as seguintes moléculas foram apresentadas aos alunos: HCl, CS₂, H₂O, SO₂, BF₃, NH₃, e CH₄, e solicitado que, em grupo, ilustrassem em folhas de sulfite como eles imaginariam ser tais moléculas.

Este momento da sequência didática foi de extrema importância, pois possibilitou avaliar o conhecimento preliminar dos alunos sobre o tema. Analisando as ilustrações feitas pelo grupo observou-se uma ligação muito forte de como eles imaginariam ser o formato das moléculas com a geometria espacial, estudada na matemática no Ensino Fundamental. Essa ligação é observada devido as ilustrações das moléculas serem todas em formatos de figuras geométricas, tais como triângulo equilátero e losango. Podemos observar que houve uma preocupação da parte deles, em todas as ilustrações, em utilizar a figura geométrica de acordo com o número de ligantes, onde cada ligante seria um vértice da figura.

Observamos também que eles, até este momento, não possuíam conhecimentos sobre a repulsão causada pelas nuvens eletrônicas associadas aos pares de elétrons livres não ligantes. Todas as representações foram feitas de forma planar. Na verdade, a escolha das figuras geométricas foi feita com base no número de ligantes, moléculas com 3 ligantes foram representadas por um triângulo equilátero, moléculas com 4 ligantes foram representadas por um losango.

No segundo dia da sequência didática, foi realizada uma aula prática em sala de aula, com o uso de balas de goma e palitos de dente. A professora construiu juntamente com os alunos todas as moléculas apresentadas na prática da aula anterior. Molécula por molécula, a professora apresentou o nome de sua geometria molecular explicando a VSEPR e ângulos de ligação.

Após esta atividade prática, foi aplicado aos alunos um pré questionário, com o objetivo de avaliar o conhecimento preliminar sobre o tema "geometria espacial"; avaliar suas concepções e interesses sobre o tema "geometria molecular"; e avaliar a aprendizagem dos alunos sobre o tema "geometria molecular".

Dentre os dez estudantes que responderam ao questionário, cinco citaram corretamente o nome de todas as figuras geométricas apresentadas na questão de número 2.

Fazendo uma ligação entre o fato de que 50% dos alunos responderam corretamente o nome de todas as formas geométricas apresentadas e que em todas as ilustrações realizadas por eles as moléculas foram representadas por figuras geométricas planas, podemos concluir que o tema "Formas Geométricas" é um importante subsunçor, servindo de ancoradouro para os novos conhecimentos que foram apresentados aos alunos posteriormente sobre a geometria molecular.

As respostas deste pré-questionário, nos permite também avaliar a aprendizagem dos alunos através da aula prática com jujubas e palitos, realizada em sala de aula.

Analizando as respostas da questão 4, do pré questionário aplicado aos alunos, somente o E2 demonstrou ter o conhecimento que existem forças de atração e repulsão dos pares de elétrons livres do átomo central, e que estas nuvens eletrônicas influenciam nos ângulos de ligação dos átomos em uma molécula. O estudante demonstrou ter enriquecido o subsunçor formas geométricas.

Em um universo de dez estudantes, somente um ter adquirido o conhecimento sobre a repulsão dos pares de elétrons livres, apresentado aos alunos na aula prática com jujubas e palitos, é um número muito pequeno, insatisfatório. Isso demonstra que a aula não alcançou o objetivo de enriquecer o subsunçor formas geométricas, pois os alunos ainda continuavam a pensar em todas as moléculas num plano, desconsiderando os ângulos das ligações. Nove, dos dez alunos não responderam corretamente a questão de número 7 do pré-

questionário. Isso mostra que os estudantes ainda possuíam dificuldades em visualizar tridimensionalmente as moléculas apresentadas.

A fim de avaliar o potencial do software de simulação virtual Geometria Molecular como ferramenta para a aprendizagem significativa dos alunos sobre geometria molecular, no quinto dia do desenvolvimento da sequência didática, foi aplicado um questionário. Dez alunos responderam ao questionário no laboratório de informática, com o auxílio do simulador virtual Geometria Molecular.

O questionário aplicado era composto por duas tarefas. A tarefa 1 possui quatro casos, onde é solicitado aos estudantes construírem as moléculas no formato "Modelos" no simulador virtual "Geometria Molecular", e preencher as lacunas com informações sobre a geometria molecular e ângulos de ligação.

A tarefa 2 solicita aos estudantes construírem moléculas no formato "Reais" no simulador virtual "Geometria Molecular" e preencher uma tabela com informações sobre o número de átomos presentes em cada molécula, número de pares eletrônicos não ligantes no átomo central e a geometria molecular de cada molécula apresentada. Construindo corretamente a molécula, o simulador apresenta a geometria e o ângulo de ligação, para que as lacunas possam ser preenchidas.

Neste mesmo dia, após a realização da avaliação, os alunos preencheram um questionário final. Este questionário tinha como objetivo verificar as dificuldades e avaliar a aceitação dos estudantes em relação ao software de simulação virtual "Geometria Molecular".

Dos dez estudantes, somente um respondeu ter dificuldades em alguns momentos durante a realização das tarefas. Os demais estudantes responderam nas questões abordadas por este questionário que o uso da simulação virtual deixou a aula mais interessante e explicativa, que aprenderam de maneira mais dinâmica, visual e prática. Outros destacaram a facilidade em manusear o software e que este facilita a aprendizagem devido a visualização das moléculas em 3D e os ângulos de ligação.

Através das respostas dos alunos, podemos verificar que o objetivo proposto pela sequência didática foi plenamente alcançada, pois 100% dos alunos conseguiram realizar as duas tarefas propostas, sozinhos e sem dificuldades e demonstraram ter enriquecido o subsunçor formas geométricas, visto em matemática no Ensino Fundamental, dando a ele novo significado, com maior riqueza de detalhes e conceitos. Por recepção, houve a aprendizagem

significativa representacional conceitual e subordinada, pois os alunos aprenderam de forma visual (construindo as moléculas em 3D), ampliando seus conceitos e estabelecendo uma relação entre os nomes das geometrias moleculares e as formas das moléculas apresentadas em 3D pelo software de simulação.

A aprendizagem foi subordinada, pois progressivamente os alunos mostraram ter enriquecido o subsunçor formas geométricas, que era mais amplo e geral o tornando-o mais específico e inclusivo, com conceitos de ângulos de ligação, nuvens eletrônicas, repulsão, etc.

Quando comparamos a ideia que os estudantes possuíam de como seria o formato das moléculas com as ilustrações apresentadas por eles na primeira aula e como eles construíram as moléculas com o software de simulação na última aula da sequência didática, observamos que a assimilação foi através da Diferenciação Progressiva, pois foi apresentado, inicialmente aos estudantes um conceito mais amplo e geral, baseado no conhecimento prévio que eles possuíam até aquele momento, no caso, geometria espacial do Ensino Fundamental (subsunçor), e aos poucos essa ideia pré existente foi enriquecida, modificada, se tornando mais específica. Os alunos conseguiram diferenciar moléculas planas de angulares.

O trabalho proposto, explorando a dificuldade dos estudantes em visualizar os conteúdos sobre Geometria Molecular, mostrou uma grande aceitação por parte dos alunos às TIC, próprias do seu universo particular.

Buscamos assim, contribuir com os estudos sobre a utilização das TIC em situações reais de sala de aula. Em particular, procurando encontrar as relações possíveis entre as dimensões de aprendizagem significativa e a utilização dessas tecnologias, sempre tendo em vista o crescente uso das TIC no ensino e suas imensas possibilidades, que podem e devem ser exploradas em futuras pesquisas na área de Educação Química.

**APÊNDICE A - Plano de Curso das Escolas Técnicas
do Estado de São Paulo do Componente Curricular
Química do Segundo ano do Ensino Técnico Integrado
ao Médio em Administração.**

QUÍMICA (1^a Série)

Temas

1. Litosfera:

- Tipos de substâncias e propriedades gerais das substâncias;
- Materiais da Natureza – extraíndo sal do mar, combustíveis do petróleo, metais dos minerais, entre outros;
- Elementos químicos – descoberta dos elementos químicos.

2. Primeiros modelos de construção da matéria:

- Átomo: linguagem química; símbolos, número atômico, massa atômica; modelos atômicos e estrutura atômica.

3. Propriedades das substâncias e ligações químicas: diferenças entre metais, água e sais:

- Teoria do Octeto e a combinação dos átomos;

- Tabela periódica e as propriedades periódicas.

4. Reconhecimento e caracterização de transformações químicas:

- Comportamento das substâncias e as funções inorgânicas;
- Reação química: transformações das substâncias e tipos de reações.
- Energia exotérmica e de endotérmica; reação de combustão e termoquímica.

5. Química da atmosfera:

- Chuva ácida e as consequências na Natureza;
- Efeito estufa e o aquecimento global.

6. Química da hidrosfera:

- Meio ambiente: discutindo possíveis soluções para o lixo, sujeira no ar, “agrotóxico” (entre outros);
- Tratamento de água.

Carga Horária

80 horas-aula (02 aulas semanais)

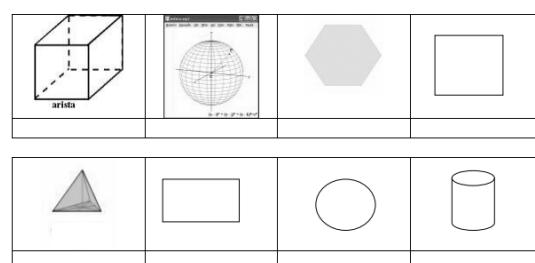
APÊNDICE B - Pré questionário aplicado aos alunos no terceiro dia do desenvolvimento da sequência didática.

Pré - Questionário

com os conteúdos de

- 1) Em que ano você já estudou geometria? O que você se lembra sobre este conteúdo? Você estudou em qual componente curricular?

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



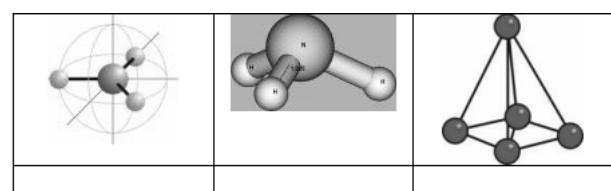
- 3) Você já teve contato com os conteúdos de geometria molecular?

- 4) Qual seria a definição de geometria molecular para você?

- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

- 6) Você gostaria de se aprofundar nos estudos de geometria molecular?

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



APÊNDICE C - Questionário aplicado aos alunos no sexto dia da sequência didática.

Universidade Estadual de Londrina - UEL

PROFQUI - Mestrado Profissional em Química

Questionário

Acessar à simulação *Geometria Molecular*, do repositório PHET da Universidade do Colorado:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-shapes

Tarefa1

Acesse ao separador *Modelos* e selecione a opção *ver Ângulos de Ligação*.

Caso 1: Moléculas com dois átomos

Criar uma molécula com dois átomos. Concluir completando as seguintes afirmações:

Qualquer molécula com dois átomos (iguais ou diferentes), apresenta geometria _____.

Caso 2: Moléculas com três átomos

• Sem pares de elétrons não ligantes no átomo central
Criar uma molécula com três átomos sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. Concluir completando as seguintes afirmações:

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com três átomos apresenta geometria _____. O seu ângulo de ligação é de _____.

• Com pares de elétrons não ligantes no átomo central
Criar uma molécula com três átomos com um par de elétrons não ligantes no átomo central. Comparar o ângulo de ligação dessa molécula com outra também com três átomos mas com dois pares de elétrons não ligantes no átomo central. Concluir completando as seguintes afirmações:

Na presença de um par de elétrons não ligantes no átomo central, a geometria de uma molécula com três átomos será _____. O valor do ângulo depende dos raios atômicos dos átomos envolvidos e da quantidade de pares de elétrons não ligantes no átomo central. Para comprimentos de ligação similares, maior número de elétrons não ligantes resulta num ângulo de ligação _____.

Caso 3: Moléculas com quatro átomos

- Sem pares de elétrons não ligantes no átomo central

Criar uma molécula com quatro átomos sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. Concluir completando as seguintes afirmações:

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com quatro átomos apresenta geometria _____. O seu ângulo de ligação é de _____.

- Com pares de elétrons não ligantes no átomo central

Criar uma molécula com quatro átomos com um par de elétrons não ligantes no átomo central. Comparar o ângulo de ligação dessa molécula com outra também com quatro átomos mas dois pares de elétrons não ligantes no átomo central. Concluir completando as seguintes afirmações:

Na presença de elétrons não ligantes no átomo central, a geometria de uma molécula com quatro átomos será _____. O valor do ângulo depende dos raios atómicos dos átomos envolvidos e da quantidade de pares de elétrons não ligantes no átomo central. Para comprimentos de ligação similares, maior número de elétrons não ligantes resulta num ângulo de ligação _____.

Caso 4: Moléculas com cinco átomos

Criar uma molécula com cinco átomos sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. Concluir completando as seguintes afirmações:

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com cinco átomos apresenta geometria _____. O seu ângulo de ligação é de _____.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e seleciona a opção ver *Ângulos de Ligação*.

Completar a tabela seguinte e confirmar as tuas previsões observando cada uma das moléculas na simulação que estamos a usar:

Molécula	Nº de átomos	Nº de pares de elétrons não ligantes no átomo central	Geometria molecular
CH ₄			
NH ₃			
H ₂ O			
CO ₂			

APÊNDICE D - Questionário aplicado aos alunos no sexto dia da sequência didática.

Universidade Estadual de Londrina - UEL

PROFQUI - Mestrado Profissional em Química

Questionário

1) Sobre a utilização do software de simulação Geometria Molecular (PhET), assinale uma ou mais alternativas de acordo com a sua opinião:

- () Não tive dificuldades para utilizá-lo;
- () Tive dificuldades em alguns momentos;
- () Achei difícil utilizar o software;
- () É um recurso que poderia ser utilizado com mais frequência em outros conteúdos de química;

2) Se você teve alguma dificuldade para manusear o software de simulação Geometria Molecular (PhET) escreva quais foram estas dificuldades.

3) Quais as contribuições que o software Geometria Molecular (PhET) lhe proporcionou para aprender o conteúdo durante as aulas de química?

4) O conteúdo Geometria Molecular foi abordado em dois momentos: primeiramente em aula prática utilizando balas de gomas, palitos de dentes e balões. Em seguida fomos ao laboratório de informática e utilizamos o software de simulação Geometria Molecular (PhET). Em sua opinião, indique qual das abordagens foi mais significativa para a aprendizagem desse conteúdo? Justifique sua resposta.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. K. **Simulações Interativas no Ensino de Química: Uma Experiência Sobre os Estados de Agregação da Matéria.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Educação. Departamento de Metodologia de Ensino. Educação na Cultura Digital, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica.** Brasília: CNE, 2001. Parecer CNE/CP 9 de 08/05/2011.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo.** vol. 02. México: Trillas, 1983.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília: MEC/Semtec, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília: MEC/SESu, 1999.

TEIXEIRA, H. **Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.** Disponível em:
www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem.com.br.

Acesso em: 21/09/2017

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica.** Disponível em:
www.marcoantoniomoreira.com.br.

Acesso em 21/09/2017.

PHET, COLORADO. **Geometria Molecular.** Disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-a-molecule.

Acesso em: 18.09.2016

SAMPAIO, I. da S. C.; ANDRADE, E. V.; MOREIRA, S. R. de S., **A Utilização dos Simuladores Virtuais Phet em Química no 1º ano do Ensino Médio Sobre Balanceamento de Equações.**

SILVA, G. M. L. da, **A pesquisa no ensino de Química:** a abordagem didática da simulação virtual e da experimentação problematizadora. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Amazonas, 2016.

SIQUEIRA, D. R. M.; SANTANA, J. M.; DE MELO, E. F., **Utilização do Software Phet Simulation como Ferramenta de Ensino em Aulas de Físico-Química do Curso de Licenciatura.**

FELTRE, R., 1928. **Química** -6. ed. - São Paulo: Moderna, 2004

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano** -4 ed. - São Paulo: Moderna, 2006.

ATKINS, P., JONES, L. **Princípios de Química - questionando a vida moderna e o meio ambiente.** São Paulo: Bookman, 2004.

Nomeando as figuras planas geométricas. Disponível em:
www.reridamaria.com.br/nomeando-as-figuras-planas-geometricas.com.br

Acesso em: 04/09/2019

Polaridade das moléculas. Disponível em:

www.todamateria.com.br/polaridade-das-moleculas.com.br.

Acesso em: 04/09/2019