



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RENATA ANDRADE MANFIO

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

Londrina
2019

RENATA ANDRADE MANFIO

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

Dissertação apresentada à Banca examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Química – PROFQUI, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Química.

Linha de pesquisa: Novas tecnologias e comunicação

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M276 Manfio, Renata.
Utilização e Avaliação de Software para Geometria Molecular no Ensino Médio / Renata Manfio. - Londrina, 2019.
116 f.

Orientador: Marcelo Cirino.
Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Geometria Molecular - Tese. 2. Aprendizagem Significativa - Tese. 3. Simulação Virtual - Tese. 4. Ensino de Química - Tese. I. Cirino, Marcelo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química. III. Título.

CDU 54

RENATA ANDRADE MANFIO

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

Dissertação apresentada à Banca examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Química – PROFQUI, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Química.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a. Dr^a. Marlize Spagolla Bernadelli
Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP

Prof. Dr. Ourides Santin Filho
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Londrina, 07 de novembro de 2019

*Dedico este trabalho à minha amada filha Júlia,
com todo o amor e carinho do mundo!
Você, que é um presente de Deus, foi a inspiração e
a força para que eu não desistisse.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela força para superar tanta adversidade, estudar e concluir este trabalho.

Aos meus pais, Maria e Jair, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me, incentivando-me, com amor, conselhos e palavras de superação. Obrigada por sempre me terem educado com valores e estímulos aos estudos desde a infância. Obrigada por tudo! Palavras não são suficientes para expressar tamanha gratidão.

Aos meus irmãos, Daniel e Marcela, que sempre comemoraram minhas vitórias, o ingresso e conclusão no mestrado não foi diferente, mostrando sempre admiração, que me estimulou muito a não desistir.

Ao professor Dr. Marcelo Maia Cirino, meu orientador, que mesmo não me conhecendo me recebeu para ouvir minha história e meu desejo em ingressar no mestrado e aceitou ser meu orientador, orientando-me sempre com o maior respeito, apoio e incentivo, confiando em minha capacidade em desenvolver esta pesquisa.

Aos membros que compuseram a banca de avaliação para a qualificação e defesa: Profa Dra Marlize Spagolla Bernadelli (Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP), Prof. Dr. Ourides Santin Filho (Universidade Estadual de Maringá - UEM).

Á Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro sem o qual não poderia ter dedicado maior tempo à pesquisa.

Aos amigos de sala, principalmente Amanda, Marcela, Carla e Tamiris, que ajudaram muito com a companhia nos almoços no RU (Restaurante Universitário) da UEL, com as risadas para descontrair as aulas e com o compartilhamento do conhecimento nas discussões e nas atividades em grupo.

Gostaria imensamente de agradecer também a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma maneira para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho. Á vocês, o meu muito obrigado.

MANFIO, Renata Andrade. **Utilização e Avaliação de Software para Geometria Molecular no Ensino Médio**. 2019. 126 f. Dissertação (PROFQUI - Mestrado Profissional em Química) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

A fim de alcançar os objetivos propostos pelo presente trabalho, planejamos, desenvolvemos e avaliamos as contribuições de uma Sequência Didática, tendo como objetivo principal possibilitar aos alunos uma ancoragem efetiva entre o novo conhecimento e seus conhecimentos prévios, avaliando desta forma, novas possibilidades de aprendizagem significativa, segundo Ausubel. A Sequência Didática consistiu de aulas práticas em sala de aula e no laboratório de informática da escola, com o uso do simulador virtual Geometria Molecular, disponível na plataforma PhET (PhysicsEducation Technology). Os sujeitos envolvidos na investigação foram alunos do primeiro ano do curso do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) em Administração, de uma Escola Técnica do Estado de São Paulo (ETEC), na Cidade de Palmital. A Sequência Didática foi desenvolvida em cinco dias, com duas aulas de 50 minutos cada, totalizando 10 aulas. No primeiro dia foi aplicada uma atividade com os alunos em grupos, eles fizeram ilustrações de como imaginariam ser o formato de sete moléculas propostas pela professora (HCl , CS_2 , H_2O , SO_2 , BF_3 , NH_3 , e CH_4). No segundo dia, foi realizada uma aula prática em sala de aula, e com o auxílio da professora, os alunos construíram modelos das mesmas moléculas trabalhadas na aula anterior, usando para isso, balas de goma, palitos de dente e bexigas. No terceiro dia, foi aplicado aos alunos um pré-questionário e mediante as respostas dadas por eles e analisando as ilustrações, verificamos que eles possuíam como importante subsunçor o conteúdo formas geométricas, adquirido ainda no Ensino Fundamental, em Matemática. No quarto dia do desenvolvimento da Sequência Didática, foi proposta uma aula prática no laboratório de informática da escola, utilizando o simulador virtual Geometria Molecular. Nesta prática, os alunos construíram modelos e moléculas reais propostas pela professora. No quinto e último dia da Sequência Didática foram aplicados dois questionários, com objetivos de avaliar a aprendizagem significativa dos alunos a respeito da geometria molecular e avaliar as dificuldades dos alunos e a aceitação deles em relação ao uso do simulador virtual Geometria Molecular, respectivamente. Mediante as análises dos questionários aplicados, verificamos que o objetivo proposto pela Sequência Didática foi plenamente alcançado, pois 100% dos alunos conseguiram realizar as duas tarefas propostas sozinhos e sem dificuldades, e também demonstraram ter enriquecido o subsunçor formas geométricas, dando a ele novo significado com maior riqueza de detalhes e conceitos. Por recepção, houve indícios da aprendizagem significativa representacional, conceitual, subordinada e superordenada, 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, tornando-o mais específico e inclusivo, com conceitos de ângulos de ligação, nuvens eletrônicas, repulsão, entre outros.

Palavras chaves: Tecnologia. Ensino e aprendizagem.

MANFIO, Renata Andrade. **Use and Evaluation of Software for Molecular Geometry in High School**. 2019. 126 p. Dissertação (PROFQUI - Mestrado Profissional em Química) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

In order to achieve the objectives proposed by the present work, we planned, developed and evaluated the contributions of a didactic sequence, with the main objective to enable students to effectively anchor the new knowledge and their previous knowledge, thus evaluating new learning possibilities. significant, according to Ausubel. The didactic sequence consisted of practical classes in the classroom and in the computer lab of the school using the virtual simulator Molecular Geometry, available on the PhET (Physics Education Technology) platform. The subjects involved in the investigation were first year students of the Integrated Technical High School (ETIM) in Business Administration, from a Technical School of the State of São Paulo (ETEC), in the City of Palmital. The didactic sequence was developed in five days with two 50-minute classes, totaling 10 classes. On the first day there was an activity where the students, sitting in groups, made illustrations of what they would imagine to be the seven molecule format proposed by the teacher (HCl, CS₂, H₂O, SO₂, BF₃, NH₃, and CH₄). On the second day of the sequence, a classroom practice was held, and with the teacher's help, the students built models of the same molecules worked in the previous class with gum candies and toothpicks. On the third day a pre-questionnaire was applied to the students, and through the students' answers and analyzing the illustrations, we found that they had as their important subsumption the geometric shapes content, acquired still in elementary school, in mathematics. On the fourth day of the development of the didactic sequence, a practical class was held in the school's computer lab, using the virtual simulator Molecular Geometry. In this practice, students built models and real molecules proposed by the teacher. On the fifth and last day of the didactic sequence, two questionnaires were applied to evaluate the students' significant learning about molecular geometry and to evaluate the students' difficulties and their acceptance regarding the use of the Molecular Geometry virtual simulator, respectively. Through the analysis of the applied questionnaires, we verified that the objective proposed by the didactic sequence was fully achieved, since 100% of the students were able to accomplish the two proposed tasks alone and without difficulties, and demonstrated to have enriched the subunçor geometric shapes, giving it new meaning with greater richness of detail and concepts. On reception, there was evidence of significant conceptual and subordinate and superordinate representational learning, as students learned visually (building the molecules in 3D), broadening their concepts and establishing a relationship between the names of molecular geometries and the shapes of molecules presented in 3D by simulation software. Learning was subordinated, as students progressively proved to have enriched the subunçor geometric shapes, which was broader and more general, making it more specific and inclusive, with concepts of connecting angles, electronic clouds, repulsion, among others.

Keywords: Technology. Teaching and learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resumo dos principais casos de geometria molecular	21
Figura 2 – Interface do site Projeto PheT	27
Figura 3 – Interface do simulador virtual Geometria Molecular	28
Figura 4 – Tela Inicial do Simulador Virtual Geometria Molecular	29
Figura 5 – Simulador virtual Geometria Molecular	29
Figura 6 – Simulador virtual Geometria Molecular.... ..	31
Figura 7 – Modelos moleculares confeccionados pelos alunos com balas de goma e palitos de dente.....	46
Figura 8 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de HCl	49
Figura 9 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de CS ₂	50
Figura 10 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de H ₂ O.....	51
Figura 11 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de SO ₂	52
Figura 12 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de BF ₃	53
Figura 13 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de NH ₃	54
Figura 14 – Ilustração feita pelo grupo 1 de como acreditavam ser a molécula de CH ₄	55
Figura 15 – Figuras geométrica apresentadas na questão 2.....	57
Figura 16 – Modelos moleculares apresentados na questão 7.....	59
Figura 17 – Caso 1 da tarefa 1 proposta aos alunos	61
Figura 18 – Caso 2 da tarefa 1 proposta aos alunos	62
Figura 19 – Caso 3 da tarefa 1 proposta aos alunos	63
Figura 20 – Caso 4 da tarefa 1 proposta aos alunos	65
Figura 21 – Tarefa 2 proposta aos alunos.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias elaboradas das análises das respostas dos alunos aos questionários aplicados.....	68
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas da sequência didática apresentada	44
Quadro 2 – Respostas dos estudantes à questão 7.....	60
Quadro 3 – Respostas dos estudantes ao preencherem as lacunas do caso 2.....	62
Quadro 4 – Respostas dos estudantes ao preencherem as lacunas do caso 3.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
NTIC	Nova Tecnologia de Informação e Comunicação
PhET	Physics Education Technology
3MP	Três Momentos Pedagógicos
VSEPR	Modelo de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência
OA	Objetos de Aprendizagem
3D	Três Dimensões
ATD	Análise Textual Discursiva

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1 GEOMETRIA MOLECULAR E SEU ENSINO	20
1.2 SOFTWARE DE SIMULAÇÃO VIRTUAL GEOMETRIA MOLECULAR	22
1.3 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	31
1.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: UMA PROPOSTA PARA O CONTEÚDO DE GEOMETRIA MOLECULAR	38
1.5 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA	40
2 METODOLOGIA	43
2.1 ETAPAS DA METODOLOGIA	44
2.1.1 Primeiro Dia Da Aplicação Da Sequência Didática: Levantamento Dos Conhecimentos Prévios Dos Sujeitos Sobre O Tema	45
2.1.2 Segundo Dia Da Sequência Didática: Introdução Dos Novos Conceitos Sobre Geometria Molecular	45
2.1.3 Terceiro Dia Da Sequência Didática: Avaliação Dos Conhecimentos Prévios Dos Alunos E Conhecimentos Adquiridos Através Das Atividades Práticas	47
2.1.4 Quarto Dia Da Sequência Didática: Avaliação Do Simulador Virtual Na Aprendizagem Significativa De Geometria Molecular	47
2.1.5 Quinto Dia Da Sequência Didática: Avaliação Da Proposta	47
3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
3.1 ANÁLISE DAS ILUSTRAÇÕES REALIZADAS PELOS ALUNOS	49
3.2 ANÁLISE DO PRÉ-QUESTIONÁRIO	55
3.2.1 Análise Da Questão 1	55
3.2.2 Análise Da Questão 2	56
3.2.3 Análise Das Questões 3 E 4	57
3.2.4 Análise Da Questão 5	58
3.2.5 Análise Da Questão 6	58
3.2.6 Análise Da Questão 7	59

3.3	ANÁLISE E AVALIAÇÃO DA PROPOSTA	60
3.3.1	Análise Do Caso 1 Da Tarefa 1	60
3.3.2	Análise Do Caso 2 Da Tarefa 1	61
3.3.3	Análise Do Caso 3 Da Tarefa 1	63
3.3.4	Análise Do Caso 4 Da Tarefa 1	64
3.3.5	Análise Da Tarefa 2	65
3.3.6	Análise Do Questionário Final	66
3.3.6.1	Análise das questões 1 e 2	66
3.3.6.2	Análise da questão 3	66
3.3.6.3	Análise da questão 4	67
3.3.7	Categorias De Análises	67
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICES	75
	APÊNDICE A – Plano de Trabalho Docente das escolas Técnicas do Estado de São Paulo	76
	APÊNDICE B – Pré-questionário aplicado aos alunos no terceiro dia da sequência didática	78
	APÊNDICE C – Questionário aplicado aos alunos no sexto dia da sequência didática	80
	APÊNDICE D – Questionário aplicado aos alunos no sexto dia da sequência didática	83
	ANEXO	85
	ANEXO A – Questionários respondidos pelos estudantes	86

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, torna-se 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 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 torna-se necessário que o professor trabalhe de forma diferenciada tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas, despertando nos alunos uma maior curiosidade.

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.

Até dezembro de 2018 o Brasil não possuía uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio. Foi então, no dia 14 de dezembro deste mesmo ano, que o ministro da Educação, Rossieli Soares, homologou o documento e o Brasil passou a ter uma Base com as aprendizagens previstas para toda a Educação Básica, do Ensino Fundamental ao Ensino Médio.

A BNCC (BRASIL, MEC, 2018, p.2) ressalta a necessidade de desenvolver nos alunos dez saberes (competências) por meio dos princípios universais, como a ética, os direitos humanos, a justiça social e a sustentabilidade ambiental. Ela também indica que as escolas promovam não apenas o desenvolvimento intelectual, mas também o social, o físico, o emocional e o cultural, compreendidos como dimensões fundamentais para a perspectiva de uma educação integral. Isso as diferencia das habilidades, que são mais focadas no desenvolvimento cognitivo.

As dez competências gerais da BNCC são inovadoras e visam trabalhar empatia e cooperação nos estudantes, são elas:

1. **Conhecimento:** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Ela traz a proposta de um aluno ativo, que consegue não apenas compreender e reconhecer a importância do que foi aprendido, mas, principalmente, refletir sobre como ocorre a construção do conhecimento, conquistando autonomia para estudar e aprender em diversos contextos, inclusive fora da escola.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. Trata do desenvolvimento do raciocínio, que deve ser feito por meio de várias estratégias, privilegiando o questionamento, a análise crítica e a busca por soluções criativas e inovadoras.
3. **Repertório cultural:** Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural. Estabelece como fundamental que os alunos conheçam, compreendam e

reconheçam a importância das mais diversas manifestações artísticas e culturais. E acrescenta que eles devem ser participativos, sendo capazes de se expressar e atuar por meio das artes.

4. Comunicação: Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. Aponta que, para se comunicar bem, crianças e jovens necessitam entender, analisar criticamente e saber se expressar utilizando uma variedade de linguagens e plataformas. Enfatiza a importância de que a comunicação ocorra por meio da escuta e do diálogo. As áreas que mais contribuem para seu aprendizado seriam Linguagens e Ciências Humanas.
5. Cultura digital: Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. Ela reconhece o papel fundamental da tecnologia e estabelece que o estudante deve dominar o universo digital, sendo capaz, portanto, de fazer um uso qualificado e ético das diversas ferramentas existentes e de compreender o pensamento computacional e os impactos da tecnologia na vida das pessoas e da sociedade.
6. Trabalho e projeto de vida: Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. Compreende a capacidade de gerir a própria vida. Os estudantes devem conseguir refletir sobre seus desejos e objetivos, aprendendo a se organizar, estabelecer metas, planejar e perseguir com determinação, esforço, autoconfiança e persistência seus projetos presentes e futuros. Inclui a compreensão do mundo do trabalho e seus impactos na sociedade, bem como das novas tendências e profissões.

7. **Argumentação:** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. Aqui o destaque é para a capacidade de construir argumentos, conclusões ou opiniões de maneira qualificada e de debater com respeito às colocações dos outros. Ela inclui a consciência e a valorização da ética, dos direitos humanos e da sustentabilidade social e ambiental como referências essenciais no aprendizado dessa competência para orientar o posicionamento dos estudantes.

8. **Autoconhecimento e autocuidado:** Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas. Trata do aprendizado que crianças e jovens devem adquirir a respeito de si mesmos, sendo capazes de identificar seus pontos fortes e fragilidades, lidar com suas emoções e manter a saúde física e o equilíbrio emocional.

9. **Empatia e cooperação:** Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza. Aborda o desenvolvimento social da criança e do jovem, propondo posturas e atitudes que devem ter em relação ao outro. Fala da necessidade de compreender, de ser solidário, de dialogar e de colaborar com todos, respeitando a diversidade social, econômica, política e cultural.

10. **Responsabilidade e cidadania:** Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. Ela estabelece a necessidade de desenvolver na criança e no jovem a consciência de que eles podem ser agentes transformadores na construção de uma sociedade mais democrática, justa, solidária e sustentável.

Apesar de apresentar tais competências, o documento da BNCC ainda não apresenta os conteúdos programáticos a serem desenvolvidos em cada série do Ensino Médio.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) é um documento norteador desenvolvido para garantir que todos os alunos, em qualquer lugar do país pudessem usufruir, de um conjunto básico de conhecimento, ofertado pelas escolas. O PCN não é uma regra disponibilizada pelo MEC para as escolas e professores, mas sim, parâmetros e diretrizes que servem como base para a educação brasileira. A partir do final da década de 90 e início do século 2000, o PCN também começou a se adequar, devido ao desenvolvimento das tecnologias no país, pois a tecnologia começou a fazer parte do trabalho, dos estudos e de pesquisas de todo o território nacional brasileiro.

No mundo, há algumas décadas, as mais variadas abordagens de ensino, tais como as abordagens tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural têm facilitado o aprendizado dos alunos, fazendo com que os estudantes se tornem protagonistas e adquiram 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, fazendo com que o aluno, de forma passiva, memorize o conteúdo essencialmente acadêmico. Os Parâmetros Curriculares Nacionais abordam a questão do ensino de Química- PCN (BRASIL, MEC, 2000, p.30),

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.

Segundo os PCN (BRASIL, MEC, 2000, p.31), 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.

Neste contexto, cabe ressaltar a importância do professor assumir a função de mediador entre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) usadas no processo de ensino-aprendizagem e os alunos, acreditando que tais ferramentas não substituirão seu trabalho, pois o professor 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 pedagógica e tornem-se capacitados para utilizarem diferenciadas estratégias de ensino, tais como as TIC.

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, p.3):

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

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) por meio de um pacote de simulações. Esta TIC é disponibilizada na Internet gratuitamente, pode ser executada de modo remoto ou ser baixada e instalada nos computadores locais. Tanto o uso quanto a instalação são simples e fáceis, pode ser executado pelos professores de Química nos laboratórios de informática das escolas.

No mundo moderno, as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) 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 presente trabalho propõe a aplicação do PhET Simulation para o ensino de Geometria Molecular com alunos do 1º ano do Ensino Médio e a verificação de sua possível eficácia como moderador no processo da aprendizagem significativa. Espera-se também, que esta pesquisa possa contribuir potencialmente para a melhoria do trabalho docente na disciplina de Química, por meio de novas possibilidades de abordagem.

Objetivo Geral

Desenvolver uma Sequência Didática (produto educacional) com o uso do simulador virtual PhET “Geometria Molecular”, de forma a proporcionar uma ancoragem

efetiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno, avaliando, desta forma, novas possibilidades de aprendizagem significativa, segundo Ausubel.

Objetivos Específicos

1. Desenvolver e aplicar uma Sequência Didática (produto educacional) que possa contribuir com a aprendizagem de Geometria Molecular no Ensino Médio.
2. Selecionar e aplicar as abordagens didáticas com uso de simulação virtual para mediar a compreensão do conteúdo de Geometria Molecular, no Ensino Médio.
3. Descrever as interações dos estudantes com o conteúdo de Geometria Molecular a partir das abordagens didáticas: simulação virtual.
4. Confeccionar, como “Produto Educacional”, uma cartilha/tutorial com a Sequência Didática sobre o conteúdo no sentido de orientar professores e alunos para a sua utilização.
5. Analisar as contribuições e as potencialidades do uso desse tipo de abordagem didática para a aprendizagem de Geometria Molecular.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Geometria Molecular e seu Ensino

Foi no século XX que os químicos descobriram que as cores se devem às diferentes estruturas de compostos orgânicos comuns. Eles descobriram que as diferenças nas estruturas das moléculas poderiam resultar em atividades diferentes de certas plantas, como por exemplo, aumentar a fotossíntese ou atrair mais abelhas devido ao aumento da produção de uma certa vitamina, entre outras (ATKINS, 2006).

De acordo com Atkins (2006), um melhor entendimento a respeito das estruturas eletrônicas dos átomos e moléculas auxiliou muito o desenvolvimento de novas tecnologias. A estrutura espacial (geometria molecular) de fármacos ganhou destaque nas pesquisas das grandes indústrias do ramo, à medida em que novas técnicas computacionais surgiram para auxiliar no desenvolvimento de remédios de última geração, os chamados fármacos inteligentes. Estados físicos e solubilidade também são afetados por esta característica.

Temos então a justificativa de por que estudar geometria molecular no Ensino Médio, visto que este assunto é o centro para o desenvolvimento de novas tecnologias das mais diversas áreas.

As geometrias moleculares são obtidas a partir do arranjo molecular assumido por suas nuvens eletrônicas. Os ângulos de ligação de moléculas simples são os que resultam da colocação dos pares de elétrons de ligação em posições mais afastadas possíveis, pois as regiões com altas concentrações de elétrons repelem-se e tendem a afastar-se o máximo possível, mantendo a mesma distância do átomo central. (ATKINS, 2006).



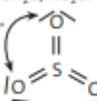

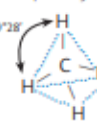
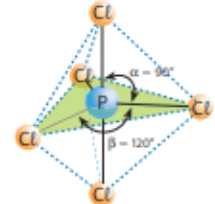
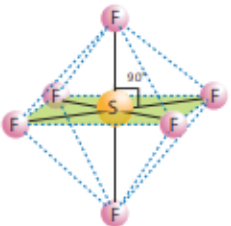
Segundo Atkins (2006), quando a molécula possui pares de elétrons desemparelhados do átomo central usamos a fórmula AX_nE_m para dar a predição de seu arranjo molecular, sendo que A representa um átomo central, X um átomo ligado e E um par isolado. A região onde fica os pares de elétrons isolados é de grande densidade, ela deve ser levada em consideração na identificação da geometria molecular.

O ensino da geometria molecular no Ensino Médio é geralmente realizado por meio de livros didáticos, em capítulos que abordam este assunto como se fossem uma espécie de dicionário de termos técnicos, em que os alunos decoram os nomes e as formas geométricas espaciais das moléculas, favorecendo e incentivando o aprendizado mecânico.

Os autores, normalmente, apresentam as formas geométricas mediante tabelas com ilustrações bidimensionais. Esta forma de apresentação já dificulta a aprendizagem, visto que as moléculas têm geometria em três dimensões.

A geometria molecular está associada ao formato espacial que as moléculas assumem devido ao arranjo espacial dos átomos ligados e dos pares eletrônicos isolados. O tipo de geometria apresentada por cada molécula é resultante da natureza das ligações e dos constituintes. A figura 1 mostra a forma como as geometrias moleculares são apresentadas em alguns livros didáticos:

Figura 1 - Resumo dos principais casos de geometria molecular.

Moléculas com	Átomo central	Geometria da molécula e ângulo entre as ligações	Exemplos
2 átomos	Não possui átomo central.	Linear: 180°	$H_2, F_2, O_2, N_2, HCl, CO$ $H-H$ $H-Cl$ $C \equiv O$
3 átomos	O átomo central não possui par de elétrons emparelhados disponíveis.	Linear: 180° Independente dos átomos envolvidos.	CO_2, CS_2, HCN, N_2O  $N=N=O$
	O átomo central possui par de elétrons emparelhados disponíveis.	Angular: 104°5' para H_2O Família 16: o ângulo de ligação diminui no sentido: $H_2O > H_2S > H_2Se > H_2Te$	$H_2O, H_2S, NOCl, SO_2$  $Cl-\ddot{N}=O$
4 átomos	O átomo central não possui par de elétrons emparelhados disponíveis.	Trigonal plana ou triangular: 120°	SO_2, CH_2O, NO_2, Cl  $Cl-\ddot{N}-Cl$
	O átomo central possui par de elétrons emparelhados disponíveis.	Piramidal ou pirâmide trigonal: 107° para NH_3	$NH_3, NCl_3, SOCl_2$  $Cl-\ddot{S}-Cl$
5 átomos	Independente do átomo central.	Tetraédrica: 109° 28' É o ângulo que permite a maior distância entre quatro eixos que partem de um mesmo ponto.	$CH_4, SiCl_4, POCl_3$  $Cl-\ddot{P}-Cl$
6 átomos	Independente do átomo central.	Bipirâmide trigonal ou bipirâmide triangular. Algumas ligações entre o P e o Cl se encontram num ângulo α de 90°, enquanto outras, num ângulo β de 120°.	PCl_5 
7 átomos	Independente do átomo central.	Octaédrica: 90° É o ângulo que permite a maior distância entre seis eixos que partem de um mesmo ponto.	SF_6 

Muitos cursos de graduação abordam esse conteúdo dentro da disciplina de Química Geral. Normalmente, são os cursos da área de exatas e até mesmo cursos da área da saúde, sendo necessário que o aluno possua conhecimentos básicos a respeito das ligações químicas e formas moleculares.

A disciplina de Química Geral, nos cursos de graduação, aborda a Geometria Molecular como uma introdução à teoria da ligação de valência e teoria do orbital molecular, tópicos importantes para a compreensão das diferentes propriedades dos materiais, tais como reatividade, estados físicos, etc.

A forma como a informação é passada aos alunos é a mesma que a do Ensino Médio. Usam-se livros que apresentam as formas geométricas com ilustrações bidimensionais e, de forma mecânica, os discentes são levados a memorizar cada geometria apresentada.

A grande diferença entre o ensino de geometria molecular no nível médio e no nível superior é que em alguns cursos, como de Bacharelado em Química e de Engenharia, são apresentadas aos alunos as técnicas experimentais para a determinação dos ângulos de ligação de moléculas, como a espectroscopia rotacional e vibracional, a difração de raio X e a ressonância magnética nuclear.

Geralmente, nestes cursos, os estudantes fazem a leitura e interpretação dos espectros obtidos nestas técnicas. Tais espectros fundamentam-se na emissão e a absorção de radiação pela molécula mediante a passagem de um nível quântico baixo para outro superior (absorção de radiação) ou vice-versa (emissão) (ATKINS, 2006).

1.2 Software de simulação virtual geometria molecular

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; TAROUÇO, 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 os alunos compreendam os conteúdos tanto na forma conceitual quanto na forma procedimental. Diferentemente de como acontece nas escolas, na forma tradicional, os OA abordam de maneira contextualizada e interdisciplinar os conceitos e assim os estudantes tornam-se capazes de interpretar fatos

científicos. Os OA permitem que o estudante aprenda os procedimentos fora do ambiente escolar, desenvolvendo autonomia.

Os PCNs (BRASIL, MEC, 1998, p.3) propõem que o professor utilize diferentes linguagens, tais como: a verbal, a musical, a matemática, a gráfica, a plástica e a 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. O uso dos simuladores virtuais como OA relaciona a educação, ciência e tecnologia (TAJRA, 2012).

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 se ensinar Química. Segundo Zara (2011), as simulações são ferramentas interativas que permitem ao usuário estabelecer conexões entre fenômenos reais e a ciência básica, por meio 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, devido a sua praticidade, interatividade, por ser completo e por oferecer um pacote de simulações apropriadas para o desenvolvimento da geometria molecular.

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

Muitos autores em suas pesquisas testaram os diversos links de simuladores presentes no site do projeto Phet para o ensino de Química.

SIQUEIRA *et al.* (2016) apresentaram no III Congresso Internacional das Licenciaturas-COINTER, em 2016, um trabalho realizado com alunos do 6º período do curso de Licenciatura em Química do IFPE-Campus Vitória de Santo Antão, no componente curricular de Química Analítica I, uma pesquisa realizada com proposta de utilização do software PhET Interactive Simulations para a abordagem dos temas de soluções, precipitação e constante de equilíbrio de sais pouco solúveis (KPs). Segundo os autores, notou-se que os alunos mostraram-se interessados e receptivos quanto ao uso do computador e das simulações propostas pelo software educacional, visto que, o mesmo possibilitava a visualização do fenômeno da dissociação de partículas em soluções aquosas a níveis microscópicos.

CRESTANIE *et al.* (2016) apresentaram na II Mostra Gaúcha de Validação de Produtos Educacionais, em Passo Fundo-RS, um trabalho em que fez uso do simulador PhET “Geometria Molecular”, como ferramenta para complementar a atividade de representação de modelos moleculares baseados nos três momentos pedagógicos (3MP). De acordo com os autores, a utilização dos simuladores PhET com os alunos foi positiva, pois eles passaram a comparar as propostas estruturais com a maneira como o software apresenta as moléculas, abrindo maior espaço para discussão a respeito desses conceitos.

AGUIAR (2016) apresentou como trabalho de conclusão de curso, na Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção de título de Especialista em Educação na Cultura Digital, uma pesquisa na qual quantificou dados a respeito da receptividade e o desempenho dos alunos quanto ao uso de simuladores virtuais no conteúdo estados de agregação da matéria ou estados físicos da matéria. Segundo a autora, a análise dos dados por meios do teste e questionário mostrou que é possível obter uma aprendizagem satisfatória e significativa com o uso de simulação computacional.

SAMPAIO *et al.* (2015), da Universidade Estadual de Roraima, desenvolveram uma pesquisa, com alunos do 1º ano do Ensino Médio, aplicando o simulador PhET como ferramenta de apoio para o desenvolvimento do conteúdo balanceamento de equações químicas. Segundo os autores, com o uso dos simuladores, os alunos mostraram-se mais interessados pela disciplina de Química, houve um aumento no rendimento de acordo com o diário de notas bimestrais e verificou-se maior desempenho dos estudantes.

ADAMS (2010), do Departamento de Física da Universidade do Colorado - EUA, desenvolveu uma pesquisa que se concentrou em entender como os alunos usam as simulações para construir suas estruturas mentais. Observou-se os níveis de efeito das

orientações sobre o uso das simulações. Foram realizadas centenas de entrevistas individuais com os estudantes, os alunos descreveram o que eles estavam pensando quando interagiram com as simulações. A análise cuidadosa revelou que, mostrando o invisível e o uso de analogia, a construção de compreensão pelos alunos foi facilitada; enquanto a natureza da orientação influenciava a quantidade de envolvimento do alunado.

PERKINS *et al.* (2014), do Departamento de Física da Universidade do Colorado - EUA, relataram a análise de respostas a uma pesquisa de autor relato em larga escala de 1.223 estudantes do Ensino Médio e 276 universitários que usam PhET em suas aulas de Física para fornecer informações sobre quem utiliza simulações PhET. Esta ampla pesquisa forneceu evidências de que essas simulações são ferramentas flexíveis usadas por uma ampla gama de professores. Os educadores de Ensino Médio e Universitário que responderam foram semelhantes quanto aos objetivos que pretendiam usar nas simulações PhET para apoiar (como desenvolver metas conceituais e conduzir pesquisas científicas), mas diferiram em suas abordagens.

CORREIA *et al.* (2018), do Departamento de Estudos Educacionais da Universidade de Ohio - EUA, investigaram as percepções dos alunos do Ensino Médio referente ao sistema de aprendizagem baseado em simulação e como ele apoiou o processamento cognitivo dos conceitos de alvo de Química. Identificaram seus recursos mais úteis (e mínimos) e estratégias de instrução. Os conceitos-alvo da Química incluíam as causas da pressão do gás, a relação entre a pressão do gás e as mudanças de volume/temperatura e a relação entre a pressão do gás e o número de partículas. Os alunos responderam a três perguntas abertas e forneceram classificações dos recursos do Programa, como explicações em pop-up, imagens, explorações de modelos, perguntas de orientação, diagramas e feedback. Eles usaram uma pesquisa em papel que foi administrada durante os últimos 8 minutos de aula. Os resultados forneceram evidências de que as variáveis na simulação e design do sistema ajudaram os alunos a entender o comportamento do gás no nível submicroscópico. A grande maioria dos alunos relatou uma experiência de aprendizagem positiva e descreveu como “valendo a pena gastar seu tempo”.

O projeto PhET 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 sua eficácia educacional. Esta verificação é feita por meio de testes que incluem entrevistas de estudantes e observação do uso de simulação em salas de aula. As simulações são escritas em linguagem

Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para o computador. Todas as simulações são de código aberto (PhET, 2019).

Os simuladores PhET são desenvolvidos usando 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.);
- Usar 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.

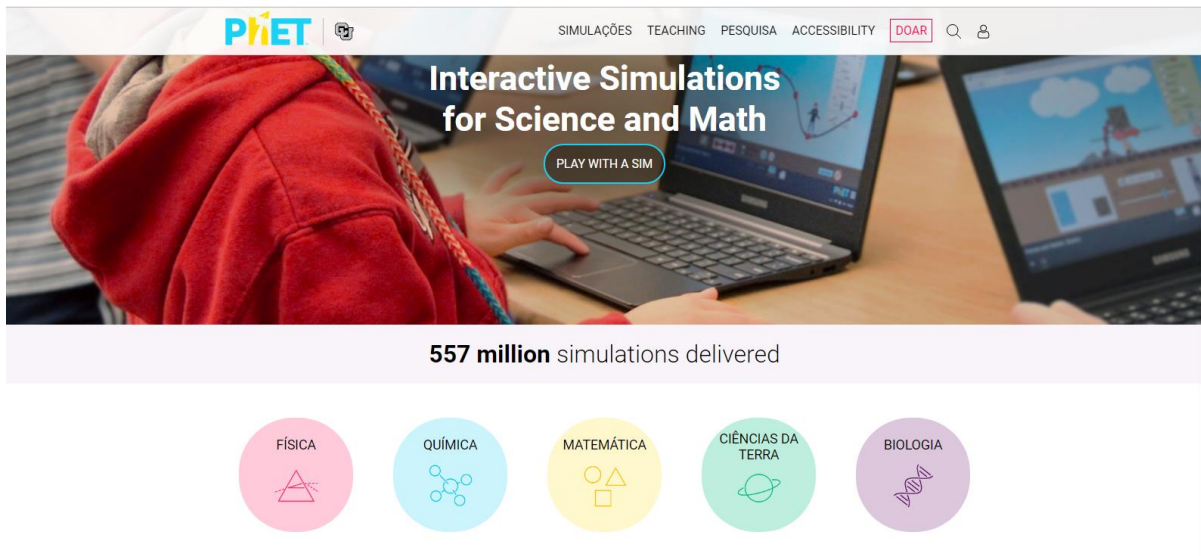
Várias ferramentas nas simulações fornecem uma experiência interativa:

- 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 – réguas, 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 à perguntas científicas através da exploração da simulação (PhET, 2019).

A figura 2 mostra a página inicial do projeto PhET.

Figura 2 - 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 de construção de moléculas, o VSEPR (Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência), 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 (PhET, 2019).

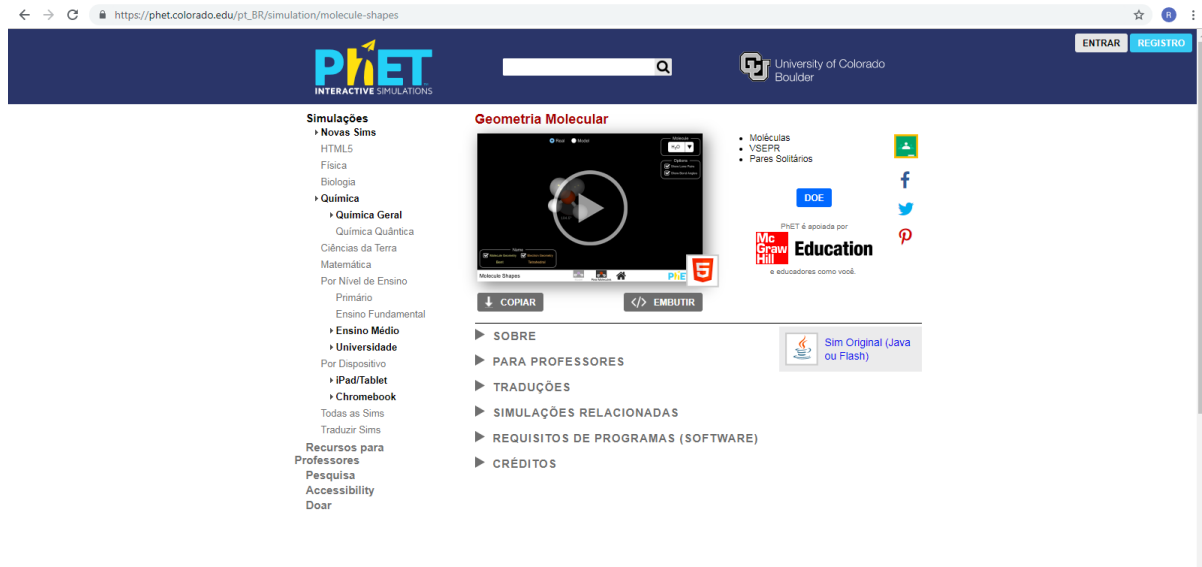
Por meio desta interação virtual, o aluno consegue se apropriar de conceitos cruciais para o entendimento da geometria molecular e compreensão de como a forma geométrica das moléculas afeta sua reatividade e suas características físico-químicas (PhET, 2019).

De acordo com o site Projeto PhET (2019), 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 e a de elétrons (geometria de distribuição dos pares de elétrons livres);
- Dar nomes para as geometrias das moléculas e de elétrons para as moléculas;
- Comparar ângulos de ligações previstas pelo VSEPR com moléculas reais;

- Descrever como pares de elétrons isolados afetam os ângulos das ligações químicas em moléculas reais.

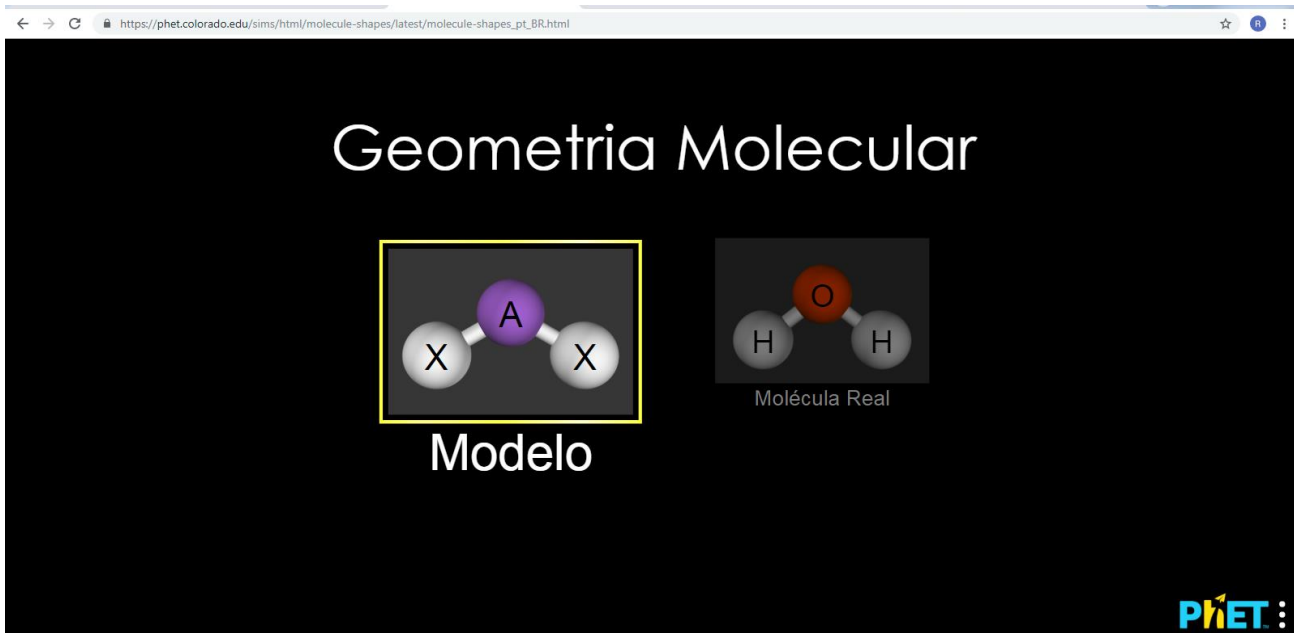
Figura 3 - Interface do Simulador Virtual Geometria Molecular.



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

Durante a navegação, o software apresenta ao usuário, em uma segunda tela, a possibilidade de optar por molécula real ou por um modelo. A escolha é feita de forma simples, usando o cursor. Ambas as formas apresentam ao usuário uma representação das moléculas no modelo bola e vareta.

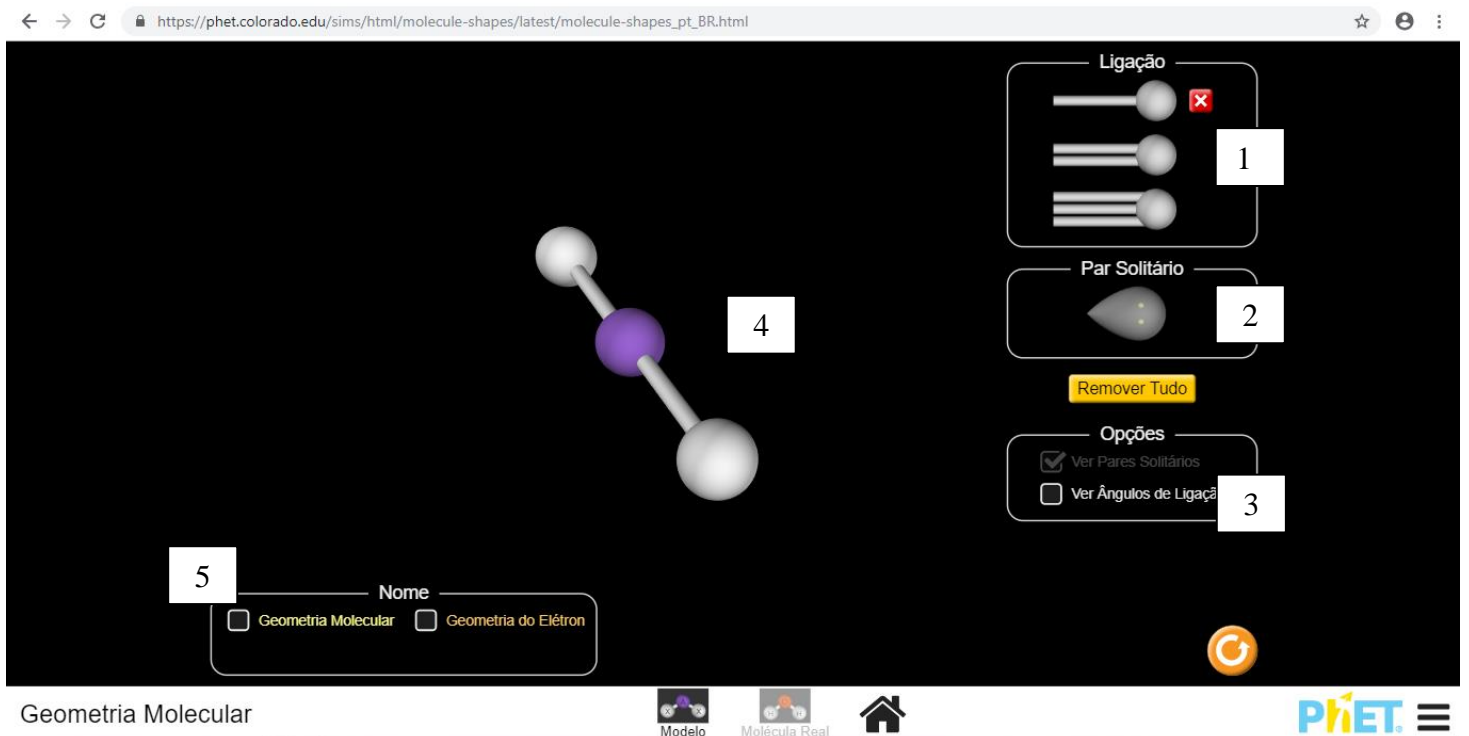
Figura 4 - Tela Inicial do Simulador Virtual Geometria Molecular.



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 5 - Simulador Virtual Geometria Molecular.



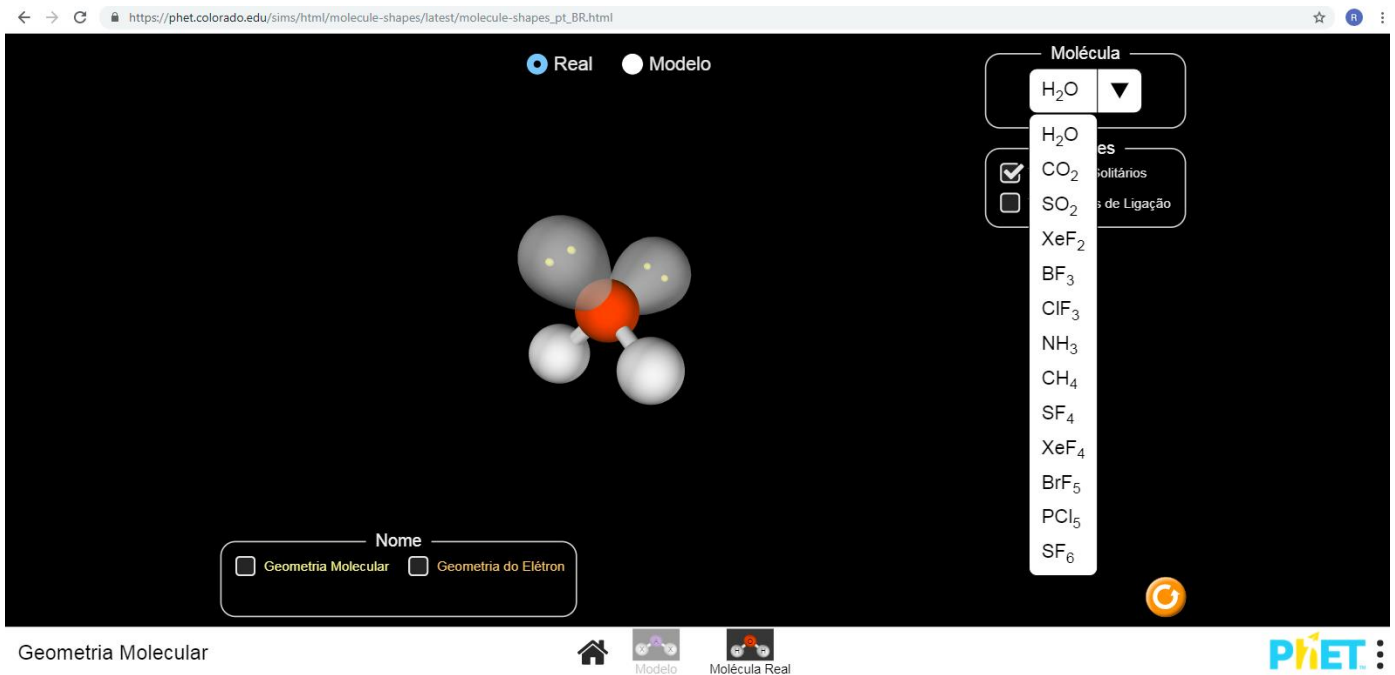
Fonte: Diagramado pela autora a partir da terceira tela do software Geometria Molecular (Projeto PhET).

Abaixo, apresentamos uma breve descrição dos comandos e funções mais comuns disponíveis na tela mostrada na figura 5:

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 compartilhado 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 realizadas pelo usuário.
5. O software apresenta duas opções de nomenclatura da geometria do modelo criado: a Geometria Molecular e a Geometria do Elétron (PhET, 2019).

A figura 6 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. São apresentadas duas opções de nomenclatura da geometria da molécula escolhida: a Geometria do Elétron ou a Geometria Molecular.

Figura 6 - Simulador Virtual Geometria Molecular.



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

1.3 - Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

O pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008) dizia que, quanto mais sabemos, mais aprendemos. Quando sua teoria foi apresentada, em 1963, as ideias behavioristas predominavam. Acreditava-se na influência do meio sobre o sujeito. O que os estudantes sabiam não era considerado e entendia-se que só aprenderiam se fossem ensinados por alguém.

Filho de família judia e pobre, imigrantes da Europa Central, Ausubel cresceu insatisfeito com a educação que recebera. Revoltado contra os castigos e humilhações pelos quais passara na escola, afirmava que a educação é violenta e reacionária.

A concepção de ensino e aprendizagem segue, para Ausubel, na linha oposta à dos behavioristas. Para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (MOREIRA, 2012).

Após sua formação acadêmica, em território canadense, resolve dedicar-se à educação no intuito de buscar as melhorias necessárias ao verdadeiro aprendizado. Totalmente contra a aprendizagem puramente mecânica, torna-se um representante do cognitivismo, e propõe uma aprendizagem que tenha uma "estrutura cognitivista", de modo a intensificar a aprendizagem como um processo de armazenamento de informações que, ao agrupar-se no âmbito mental do indivíduo, seja manipulada e utilizada adequadamente no futuro, por meio da organização e integração dos conteúdos aprendidos significativamente.

Ausubel publicou seus primeiros estudos sobre a teoria da aprendizagem significativa em 1963 (*The Psychology of Meaningful Verbal Learning*) e desenvolveu-a durante as décadas de 1960 e 1970. Mais tarde, no final da década de 1970, Ausubel recebeu a contribuição de Joseph Novak, que progressivamente incumbiu-se de refinar e divulgar a teoria.

Segundo Ausubel (1982), num processo de aprendizagem significativa é necessário que inicialmente se identifiquem os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, pois deve haver uma interação entre os conceitos prévios e as novas informações a serem armazenadas. Na aprendizagem mecânica, que para Ausubel, são aquelas em que há pouca ou nenhuma interação entre as novas informações e os conceitos prévios dos alunos.

Ausubel (2003), diferencia a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica devido a alteração das informações adquiridas e dos subsunçores pré existentes na estrutura cognitiva do aprendiz:

É importante reconhecer-se que a aprendizagem significativa não implica que as novas informações formem um tipo de ligação simples com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva. Pelo contrário, só na aprendizagem por memorização ocorre uma ligação simples, arbitrária e não integradora com a estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem significativa, o mesmo processo de aquisição de informações resulta numa alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações (AUSUBEL, 2003, p. 3).

A aprendizagem representacional aproxima-se da aprendizagem por memorização. Segundo Ausubel (2003, p.1), ela ocorre sempre que o significado dos símbolos

arbitrários se equipara aos referentes (objectos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem.

A aprendizagem representacional é significativa, porque tais proposições de equivalência representacional podem relacionar-se de forma não arbitrária, como exemplares, a uma generalização existente na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas, quase desde o primeiro ano de vida – de que tudo tem um nome e que este significa aquilo que o próprio referente significa para determinado aprendiz (AUSUBEL, 2003, p.1).

De acordo com Moreira (2012), na aprendizagem significativa, as ideias interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com o conhecimento que o aprendiz possui. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, enquanto que não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer idéia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, David Ausubel (1982) chamava de subsunçor ou ideia-âncora. Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do aprendiz e que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

[...] Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (AUSUBEL, 2003, p. 1).

Segundo Moreira (2011, p.2), quando o aprendiz é apresentado a um novo conhecimento, este pode ser por recepção, através da transmissão da informação, ou por descobrimento. O que caracteriza a aprendizagem significativa é a interação destes novos conhecimentos apresentados e os conhecimentos prévios, de forma não-literal e não-arbitrária.

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de idéias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados.

No ensino de Geometria Molecular, por exemplo, que acontece no primeiro ano do Ensino Médio, o aluno já conhece o conteúdo geometria espacial (formas geométricas), sendo este um importante conhecimento prévio que funcionará como subsunçor. Quando lhe forem apresentadas as geometrias moleculares estudadas em Química, seja em uma aula teórica, por recepção, ou por descobrimento em uma aula prática, utilizando balas de goma ou balões, ou até mesmo com o uso de um moderno software de simulação, este novo conhecimento dará um novo significado ao conhecimento antigo, que ficará mais elaborado na estrutura cognitiva do aluno.

A construção dos primeiros subsunçores se dá ainda na infância, por meio de processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias de objetos, eventos, conceitos. Na fase pré-escolar, a criança aprende cada vez mais em função dos subsunçores já construídos e a mediação da professora(o) passa a ser uma negociação de significados, aceitos e não aceitos no contexto de um determinado corpo de conhecimentos (MOREIRA, 2012).

Segundo Moreira e Masini (2006) afim de favorecer a aprendizagem significativa, o professor deve envolver pelo menos quatro tarefas fundamentais na facilitação da aprendizagem:

- (a) Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino;
- (b) Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições e ideias claras, precisas e estáveis) são relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado;
- (c) Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe;
- (d) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria ensinada, de uma maneira significativa.

De acordo com Moreira (2011), por meio de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

Ausubel (2003), cita três fases do processo de assimilação: a ancoragem seletiva; a interação entre as ideias acabadas e a ligação dos novos significados com as ideias ancoradas:

Por conseguinte, os processos de assimilação na fase da aprendizagem significativa incluem: (1) ancoragem selectiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; (2) interacção entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interacção; e (3) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (AUSUBEL, 2003, p. 8).

Citando novamente o conteúdo de Geometria Molecular, observamos que o subsunçor Formas Geométricas, visto em matemática ainda no Ensino Fundamental, será reelaborado, tomando um novo significado, com maior riqueza de detalhes, de conceitos novos, levando em conta princípios de atração e repulsão eletrostática, regra do octeto, fórmulas moleculares estruturais.

Existem os organizadores prévios, solução proposta por Ausubel quando o aprendiz não possui subsunçores adequados. Um Organizador Prévio é um recurso que pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este. O uso deles se torna importante, pois facilitam a sua construção antes de prosseguir. Eles devem ser formulados de acordo com conhecimentos que o aluno tem. Antes de iniciar o conteúdo geometria molecular, por exemplo, o professor poderia realizar uma aula expositiva com o intuito de revisar o conteúdo de geometria matemática, através de uma aula prática, com figuras geométricas ou mediante um aplicativo, uma simulação, a fim de introduzir o conceito de formas geométricas de uma perspectiva geral, inclusiva.

Existem dois tipos de organizadores prévios, o organizador expositivo, que é aquele que faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Neste caso, não há familiaridade entre o material e o aprendiz. E existe o organizador comparativo, que é recomendado quando o aprendiz possui familiaridade com o novo material.

Quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal que não resulta na aquisição de significados para o sujeito, a aprendizagem é dita mecânica ou automática. A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal. Não se trata, pois, de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos (MOREIRA, 2011, p.2).

Por exemplo, antes de introduzir o conceito de geometria molecular, o professor deve retomar o conceito de geometria em um nível mais alto de abstração e

inclusividade e “resgatar” este conceito anteriormente, ainda no nível do ensino fundamental. Segundo Ausubel (2003, p.5), a linguagem é um importante facilitador da aprendizagem significativa por recepção e pela descoberta. Segundo ele:

Aumentando-se a manipulação de conceitos e de proposições, através das propriedades representacionais das palavras, e aperfeiçoando compreensões subverbais emergentes na aprendizagem por recepção e pela descoberta significativas, clarificam-se tais significados e tornam-se mais precisos e transferíveis (AUSUBEL, 2003, p.5).

Ausubel (2003), se posiciona contra Piaget a respeito do papel da linguagem na aprendizagem

Por conseguinte, ao contrário da posição de Piaget, a linguagem desempenha um papel integral e operativo (processo) no raciocínio e não meramente um papel comunicativo. Sem a linguagem, é provável que a aprendizagem significativa fosse muito rudimentar, como a dos animais (AUSUBEL, 2003, p.5).

A aprendizagem que mais ocorre na escola é a aprendizagem mecânica, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após; a famosa "decoreba". No entanto, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um mesmo contínuo. A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural e nem automática (MOREIRA, 2011).

De acordo com Moreira (2012), na aprendizagem receptiva, que é aquela em que o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento a ser aprendido em sua forma final. Neste caso o aluno não precisa descobrir para aprender. Não necessariamente este tipo de aprendizagem deve ser passivo e tradicional. A “recepção” do novo conhecimento pode se dar por meio de uma experiência de laboratório, de um filme, e até mesmo por uma simulação computacional. Segundo Moreira (2012, p.13),

A aprendizagem significativa receptiva requer muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Já a aprendizagem por descoberta implica que o aprendiz primeiramente descubra o que vai aprender e, após descoberto o novo conhecimento, as condições para a aprendizagem significativa são as mesmas: conhecimento prévio adequado e predisposição para aprender. De um modo geral, não é preciso descobrir para aprender significativamente. Assim como a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia, a

aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta também não o são. Há um contínuo entre as duas.

Determinados processos de ensino-aprendizagem situar-se-ão em distintas posições nesse contínuo dependendo, por exemplo, do nível de escolaridade em que se está trabalhando. No ensino médio e superior predomina fortemente a aprendizagem receptiva. Mesmo que o ensino seja centrado no aluno como se defende hoje, a aprendizagem continuará sendo receptiva. Ensino centrado no aluno não é sinônimo de aprendizagem por descoberta. Aprendizagem por descoberta não leva necessariamente à aprendizagem significativa. Aprendizagem receptiva não é o mesmo que aprendizagem mecânica. É preciso ter cuidado com certas associações e falsas dicotomias e aprender a trabalhar na “zona cinza” (MOREIRA, 2012, p.14).

A estrutura cognitiva do aprendiz se organiza em níveis hierárquicos de abstração de seus conteúdos. Segundo Ausubel (1982), conceitos potencialmente significativos ficam subordinados aos subsunçores, ideias mais abstratas e gerais. Este tipo de aprendizagem é a mais comum e dá-se o nome de aprendizagem significativa subordinada.

A aprendizagem superordenada ocorre quando um novo conceito reestrutura conceitos já existentes, por ser mais generalizador. Nesta forma de aprendizagem significativa, o novo conceito é mais geral e inclusivo que os subsunçores (AUSUBEL, 1982).

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2012).

O processo de assimilação sequencial de novos significados, a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, resulta na *diferenciação progressiva* de conceitos ou proposições, no conseqüente aperfeiçoamento dos significados e numa potencialidade melhorada para se fornecer ancoragem a aprendizagens significativas posteriores.

Na reconciliação integradora, ou integrativa, processo que ocorre simultaneamente ao processo de diferenciação progressiva. Consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. Na reconciliação integrativa ocorre uma reorganização de conceitos aprendidos, gerando novos significados e relacionando conceitos entre si. Esta aprendizagem ressoa com a aprendizagem superordenada, aquela onde o novo conceito reestrutura conceitos já existentes, por ser mais generalizador. Segundo Ausubel, o conhecimento prévio relevante adquire novo significado.

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência (Moreira, 2012, p.7).

Ausubel (2003, p. 106), fala a respeito o processo de reconciliação integradora na resolução de significados conflituosos,

Quando se apreendem conceitos ou proposições através de novos processos de aprendizagem de subsunção, subordinante ou combinatória, podem desenvolver-se significados novos e diferenciados e é possível que se possam resolver os significados conflituosos através de um *processo de reconciliação integradora*.

São muitos os instrumentos didáticos norteadores da aprendizagem significativa. O organizador prévio é um deles. O mapeamento conceitual e os Diagramas V são outros instrumentos muito frequentemente associados à aprendizagem significativa. Mapas conceituais são diagramas conceituais hierárquicos em que as proposições são fundamentais entre os conceitos. Diagramas V são materiais instrucionais heurísticos enfatizando a interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico) na produção de conhecimentos a partir de questões-foco.

Para avaliar a aprendizagem significativa deve-se levar em consideração a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras. Na escola buscamos mais uma "prova" de que o aluno aprendeu ou não e esse tipo de avaliação baseada no "certo" ou "errado" promove a aprendizagem mecânica. O aluno acaba por decorar o conteúdo visto em sala de aula, sem se preocupar com a compreensão, significados. Com o objetivo de "tirar nota" ele decora e facilmente, depois, ele esquece o conteúdo decorado.

1.4 Sequência Didática: Uma Proposta para o Conteúdo Geometria Molecular

De acordo com Lima (2018), a fim de despertar maior interesse dos alunos é importante que o professor conduza a aula de forma agradável e diferenciada. Para que eles

tenham interesse em aprender e compreendam o conteúdo ensinado, o professor pode utilizar a Sequência Didática como uma estratégia de ensino.

O objetivo de uma Sequência Didática deve ser a de atender as necessidades do aluno. É uma estratégia traçada pelo professor, passo a passo com a finalidade de organizar e orientar o processo de ensino.

Muitas vezes a Sequência Didática é confundida com plano de aula, semanário e até projetos. A palavra “sequência” significa “ação de seguir”, por isso, Sequências Didáticas são “etapas continuadas” ou “conjuntos de atividades”, de um tema, que têm o objetivo de ensinar um conteúdo, passo a passo.

De acordo com Zabala, Sequência Didática é "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos" (ZABALA, 1998, p.18).

Existem diversos tipos de Sequência Didática (Zabala, 1998), não sendo possível afirmar que uma seja melhor ou pior que outra. O que importa é o reconhecimento das possibilidades e carências de cada uma, a fim de compreender quais se adaptam melhor às necessidades educacionais de cada aluno, de acordo com o tipo de conteúdo (conceitual, procedimental ou atitudinal).

Toda prática pedagógica exige uma organização metodológica. Antes dessa organização Zabala (1998, p. 21) afirma que é necessário ter em mente duas perguntas chave: “Para que educar? Para que ensinar?”. O autor denomina essas perguntas como capitais que justificam a prática educativa.

A partir desses exemplos, o autor acrescenta que o objetivo da Sequência Didática deve ser de:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm no papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas (ZABALA, 1998, p.54).

O professor, ao planejar uma Sequência Didática, deve considerar as relações interativas entre professor/aluno, aluno/aluno e as influências dos conteúdos nessas relações. Para isso é necessária uma organização dos conteúdos, a organização do tempo e espaço, a organização dos recursos didáticos e avaliação (LIMA, 2018).

Nesse sentido, organizou-se uma sequência didática estruturada em Zabala para trabalhar o conceito químico Geometria Molecular. Na sequência, as atividades propostas serão analisadas mediante a análise textual discursiva.

1.5 Análise Textual Discursiva

Existem muitas ferramentas analíticas para utilização em pesquisas educacionais, principalmente de cunho qualitativo como esta, em todos os níveis, da Educação Básica à Superior. Nesta pesquisa foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), de Moraes e Galiuzzi (2006, 2007).

Dentre as ferramentas analíticas existentes utilizadas por professores e pesquisadores para analisar a produção escrita obtida em suas pesquisas educacionais em todos os níveis de ensino, desde a Educação Básica à Superior, utilizaremos para a presente investigação como referencial teórico-metodológico a Análise Textual Discursiva, segundo Moraes (2003); Moraes, Galiuzzi e Ramos (2005) e Moraes e Galiuzzi (2006, 2007).

De acordo com esses autores, a ATD é um tipo de análise de dados qualitativa que transita entre a análise de conteúdo e análise de discurso. Segundo Moraes e Galiuzzi (2006), a partir de entrevistas e observações, a ATD vem ganhando cada vez mais destaque nas pesquisas qualitativas mediante análise vigorosa e profunda, trazendo compreensão aos fenômenos estudados.

A análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto (MORAES, GALIAZZI, 2006).

Na ATD, os processos recursivos são mobilizados na construção de categorias para elaboração de novas compreensões, uma vez que a unitarização e a categorização se constituem como etapas para que novas compreensões possam ser produzidas. Assim, nesse tipo de análise "não se pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las, a intenção é a compreensão" (MORAES, 2003, p.191).

De acordo com Moraes e Galiuzzi (2007), a ATD é composta de três fases: a unitarização, a categorização e a captação do novo emergente. A primeira delas, a unitarização,

implica em examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados. Nesta etapa, o pesquisador, após fazer uma leitura íntima e profunda dos dados de sua pesquisa os terá "recortados, pulverizados, desconstruídos, sempre a partir das capacidades interpretativas do pesquisador" (MORAES, GALIAZZI, 2006, p.132).

Para essa fase, é necessário que o pesquisador estabeleça uma relação íntima e profunda com seus dados de pesquisa, que analise as informações por várias perspectivas, e que descreva suas impressões incessantemente para construir interpretações para um mesmo registro escrito, de modo a ser possível evidenciar as unidades de significado. Em conformidade com o autor, essa primeira etapa se aproxima do caos em um processo de extrema desorganização de verdades estabelecidas.

A segunda etapa é a categorização. Nessa fase são construídas relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias, ou seja, "construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias" (MORAES, 2003, p.191).

[...] uma mesma unidade pode ser lida de diferentes perspectivas, resultando em múltiplos sentidos, dependendo do foco ou da perspectiva em que seja examinada. Por essa razão, aceitamos que uma mesma unidade possa ser classificada em mais de uma categoria, ainda que com sentidos diferentes (MORAES, 2003, p. 199).

Na terceira fase tem-se a captação do novo emergente, que é caracterizada pela construção de um metatexto que apresente uma compreensão renovada do todo. Nesta última etapa, o pesquisador deve expressar todo o seu entendimento feito a partir da análise dos dados: "O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores" (MORAES,2003, p. 191).

A ATD busca identificar e evidenciar enunciados nos materiais submetidos à análise para criar categorias e, posteriormente, produzir textos descritivos e interpretativos tomando como base de elaboração o sistema de categorias construído pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2007).

[...] os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados. A qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência de o pesquisador assumir-se como autor de seus argumentos (MORAES, 2003, p. 202).

Em suma, em análises de produções por meio da ATD são realizados processos de desconstrução dos dados obtidos da pesquisa (unitarização) para que, a partir das relações entre os elementos unitários evidenciados pelo pesquisador, possam ser construídas categorias de análise (categorização), que possam oferecer condições necessárias para a elaboração de novas compreensões (construção dos metatextos).

[...] culmina numa produção de metatextos, pode ser descrita como um processo emergente de compreensão, que se inicia com um movimento de desconstrução, em que os textos do “corpus” são fragmentados e desorganizados, seguindo-se um processo intuitivo auto organizado de reconstrução, com emergência de novas compreensões que, então, necessitam ser comunicadas e validadas cada vez com maior clareza em forma de produções escritas. Esse conjunto de movimentos constitui um exercício de aprender em que lançamos mão da desordem e do caos para possibilitar a emergência de formas novas e criativas de entender os fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 74).

Dessa forma, a realidade empírica deve ser analisada a fim de obter unidades de significados que possam ser articuladas para compor categorias mais amplas de análise, ou seja, após a unitarização dos enunciados discursivos, que precisa ser feito com profundidade, devem-se articular os significados semelhantes de modo a obter categorias de análise mais abrangentes. Assim, uma análise textual busca identificar e evidenciar enunciados nos materiais submetidos à análise para criar categorias e, posteriormente, produzir textos descritivos e interpretativos tomando como base de elaboração o sistema de categorias construído pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2007).

No capítulo a seguir, apresentaremos o contexto de implementação da pesquisa, o desenvolvimento do produto educacional e a metodologia utilizada para a coleta e análise dos dados, de modo a evidenciar o processo de significação dos estudantes frente ao estudo da geometria molecular no Ensino Médio.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa é 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 Ensino Médio.

De acordo com Gil (2007, p.17), o termo pesquisa é definido 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 possíveis causas de um determinado problema e buscar alternativas para resolvê-lo ou amenizá-lo, por meio de métodos que aplicam recursos humanos, financeiros e materiais, temos então o desenvolvimento de uma pesquisa científica.

Diante dos desafios relacionados ao ensino de Química e da real potencialidade do uso das TICs na educação, busca-se responder a um questionamento central: Quais as contribuições das simulações interativas na aprendizagem significativa a respeito do conteúdo de Geometria Molecular?

Este trabalho foi realizado na Escola Técnica (ETEC) Prof. Mário Antonio Verza, na cidade de Palmital, no Estado de São Paulo. As ETEC do Estado de São Paulo são administradas pela autarquia Centro Paula Souza. A Sequência Didática aqui desenvolvida foi aplicada em uma sala com 40 alunos do 1º ano do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) em Administração. Os alunos possuem entre 15-16 anos, a maioria proveniente da rede pública de ensino da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Desenvolvida em cinco dias de aulas, com duas 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, pois conta com dois laboratórios de informática equipados com 20 computadores e Internet.

A Sequência Didática desenvolvida neste trabalho foi realizada 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

O quadro 1 apresenta as etapas da Sequência Didática desenvolvida.

Quadro 1: Etapas da sequência didática apresentada.

DIAS	ESTRATÉGIA DE AÇÃO	DURAÇÃO
Dia 1	Atividade prática realizada em sala de aula (ilustração) para verificar os conhecimentos prévios dos alunos.	2 Horas/aula
Dia 2	Atividade prática realizada em sala de aula com balas de goma, palitos de dente e bexigas, para introdução de novos conceitos.	2 Horas/aula
Dia 3	Aplicação de um pré-questionário com o propósito de avaliar os conhecimentos prévio dos alunos sobre formas geométricas e o conhecimento obtido sobre geometria molecular.	2 Horas/aula
Dia 4	Aula prática realizada no laboratório de informática com o uso do simulador virtual Geometria Molecular	2 Horas/aula
Dia 5	Aplicação de dois questionários realizados no laboratório de informática da escola. O primeiro questionário com o objetivo de avaliar o conhecimento adquirido sobre geometria molecular. O segundo com o objetivo de avaliar a aceitação dos mesmos sobre o uso da simulação virtual .	2 Horas/aula

Fonte: Elaborado pela autora

2.1.1 Primeiro dia de aplicação da Sequência Didática: 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, a fim de 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.

Como a sala contava com 40 alunos, foi solicitado aos estudantes que sentassem em grupos de 10 pessoas. Eles ficaram livres para escolherem seus parceiros de grupo. Essa solicitação foi feita para que fosse possível uma maior atenção aos grupos, visto que a sala era numerosa e não havia professor auxiliar. O grupo analisado possui quatro homens e seis mulheres.

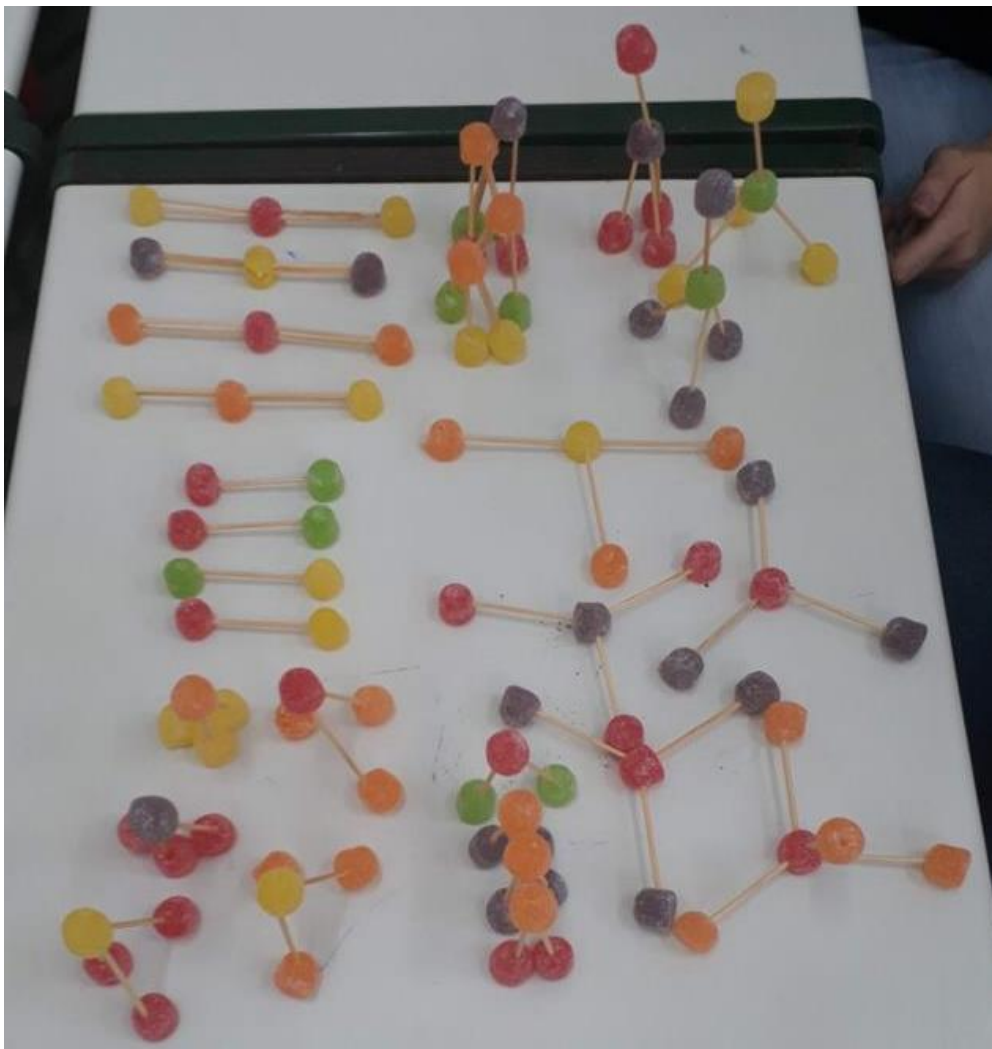
Foi entregue para eles sete folhas de papel sulfite e solicitado que fizessem, em cada folha, a ilustração de todas as moléculas apresentadas na lousa. Houve uma certa polêmica e resistência da parte dos alunos em realizar as ilustrações. Eles alegaram que ainda não tinham estudado aquele conteúdo e que por isso não poderiam fazer as ilustrações sozinhos. Após explicar que o objetivo era esse mesmo, verificar qual o conhecimento preliminar deles a respeito daquele assunto, os alunos implicaram interesse e demonstraram satisfação em realizar a atividade solicitada.

Os alunos realizaram a atividade solicitada com empenho e criatividade, com ilustrações muito bonitas e coloridas.

2.1.2 Segundo dia de aplicação da Sequência Didática: introdução dos novos conceitos sobre Geometria Molecular

No segundo dia do desenvolvimento da Sequência Didática, foi realizada uma atividade prática, em sala de aula, com balas de goma, palitos de dente e bexigas para a introdução de novos conceitos de Geometria Molecular. Os alunos organizaram-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 7).

Figura 7: Modelos moleculares confeccionados pelos alunos com balas de goma e palitos de dente.



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

A aula foi um sucesso! Os alunos adoraram a aula prática. Demonstraram satisfação e compreensão em cada modelo apresentado. No final da aula prática eles tiraram muitas fotos, alguns alunos fizeram questão de enviar seus modelos para casa e outros comeram as balas de goma ali mesmo!

2.1.3 Terceiro dia de aplicação da Sequência Didática: avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos e conhecimentos adquiridos após as atividades práticas

No terceiro dia do desenvolvimento da Sequência Didática, foi aplicado aos alunos um questionário (Apêndice B) com três questões com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio quanto ao 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.

Os alunos demonstraram um pouco de dificuldades em responder o questionário às questões relacionadas a Geometria Molecular. Como estavam preocupados se o questionário iria "valer nota", eles fizeram muitas perguntas e houve até um certo desconforto quando foi explicado a eles que deveriam responder as questões sozinhos.

2.1.4 Quarto dia de aplicação da Sequência Didática: 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". Nesta prática, os alunos construíram moléculas reais propostas pela professora. Esta atividade prática teve como objetivo avaliar as evidências da aprendizagem significativa a respeito do conteúdo de Geometria Molecular.

A aula prática no laboratório de informática foi inovadora! Quando foi explicado a eles que faríamos uma aula prática, logo eles imaginaram que seria no laboratório de ciências. Quando usaram o software de simulação eles adoraram! Rapidamente dominaram a ferramenta e demonstraram ter compreensão no conteúdo a respeito da Geometria Molecular. Todos os modelos construídos na aula anterior foram construídos novamente com o software e claramente todas as dúvidas foram sanadas.

2.1.5 Quinto dia de aplicação da Sequência Didática: Avaliação da proposta

No quinto dia do desenvolvimento da Sequência Didática foram entregues dois questionários para os alunos. O primeiro questionário (Apêndice C) avaliou a aprendizagem significativa dos estudantes sobre Geometria Molecular. O segundo questionário

(Apêndice D) teve como objetivo verificar as dificuldades dos alunos e a aceitação dos mesmos em relação ao uso do simulador virtual "Geometria Molecular". Os questionários foram respondidos no laboratório de informática e com o auxílio do simulador virtual Geometria Molecular.

Neste dia, não houve desconforto por parte dos alunos para responder os questionários. Eles já tinham compreendido a importância daquele momento da sequência didática, e demonstraram pleno domínio do conteúdo devido a facilidade e rapidez para realizar a avaliação proposta.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

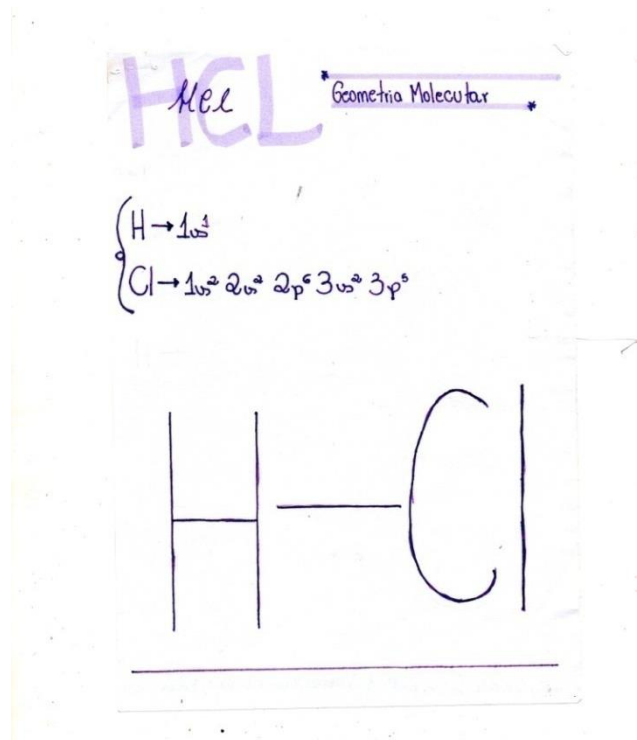
3.1 Análise das ilustrações realizadas pelos alunos

No primeiro dia que foi aplicada a Sequência Didática, a professora escreveu na lousa, com letras maiúsculas, as palavras GEOMETRIA MOLECULAR. Ao lado, foi colocado a fórmula molecular de sete moléculas (NH_3 , SO_2 , BF_3 , CH_4 , H_2O , HCl e CS_2). Até aquele momento os alunos nunca haviam tido contato com este assunto, despertando grande curiosidade em saber do que se tratava. Muitos perguntaram se havia relação com as figuras geométricas estudadas em Matemática, no Ensino Fundamental.

Analisando as ilustrações feitas pelo grupo 1, observou-se uma ligação muito forte de como eles imaginariam ser o formato das moléculas com a Geometria Espacial, estudada na matéria de matemática no Ensino Fundamental.

Por se tratar de uma molécula diatômica, os alunos representaram a molécula de HCl de forma linear (figura 8).

Figura 08: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de HCl



Fonte: Ilustração feita pelos alunos

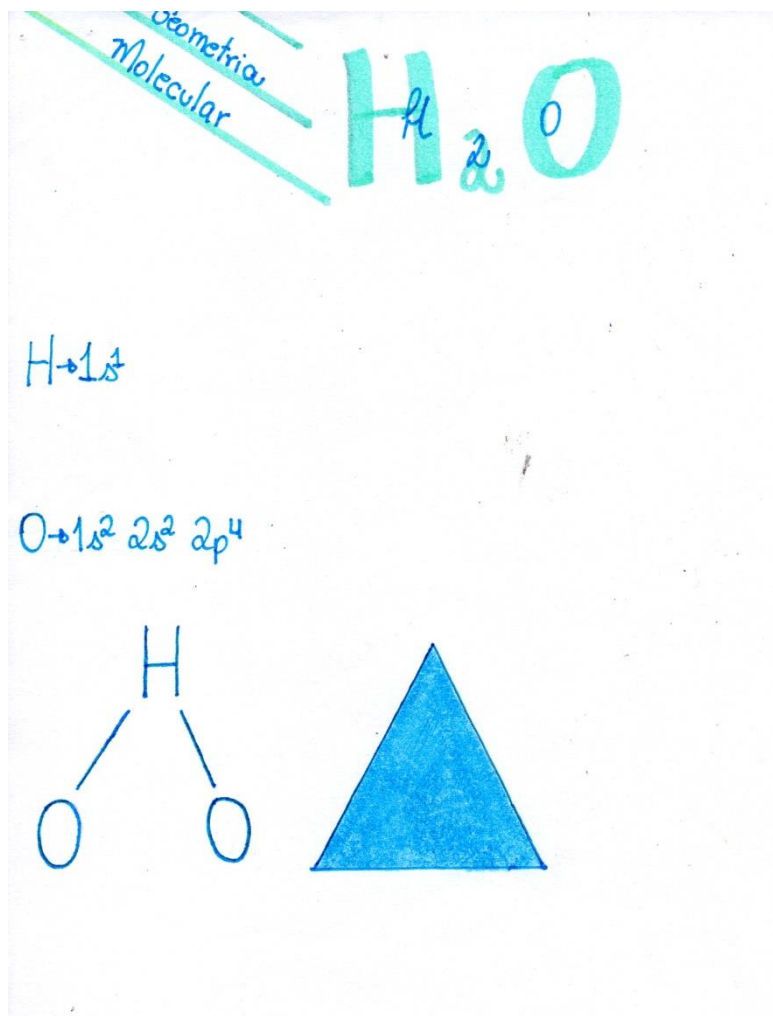
As moléculas de CS_2 , H_2O e SO_2 foram representadas pelos alunos num formato triangular (figuras, 9, 10 e 11). As três moléculas são triatômicas.

Figura 09: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de CS₂.



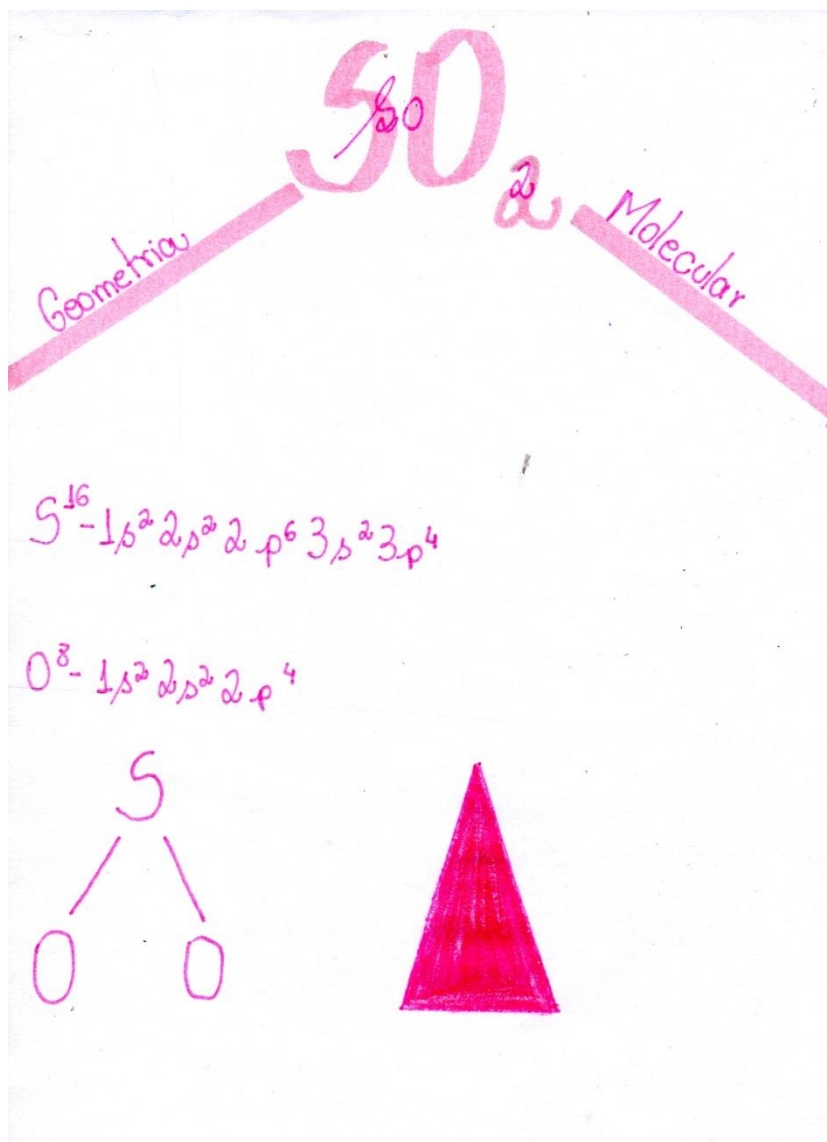
Fonte: Ilustração feita pelos alunos

Figura 10: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de H₂O.



Fonte: Ilustração feita pelos alunos

Figura 11: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de SO_2 .



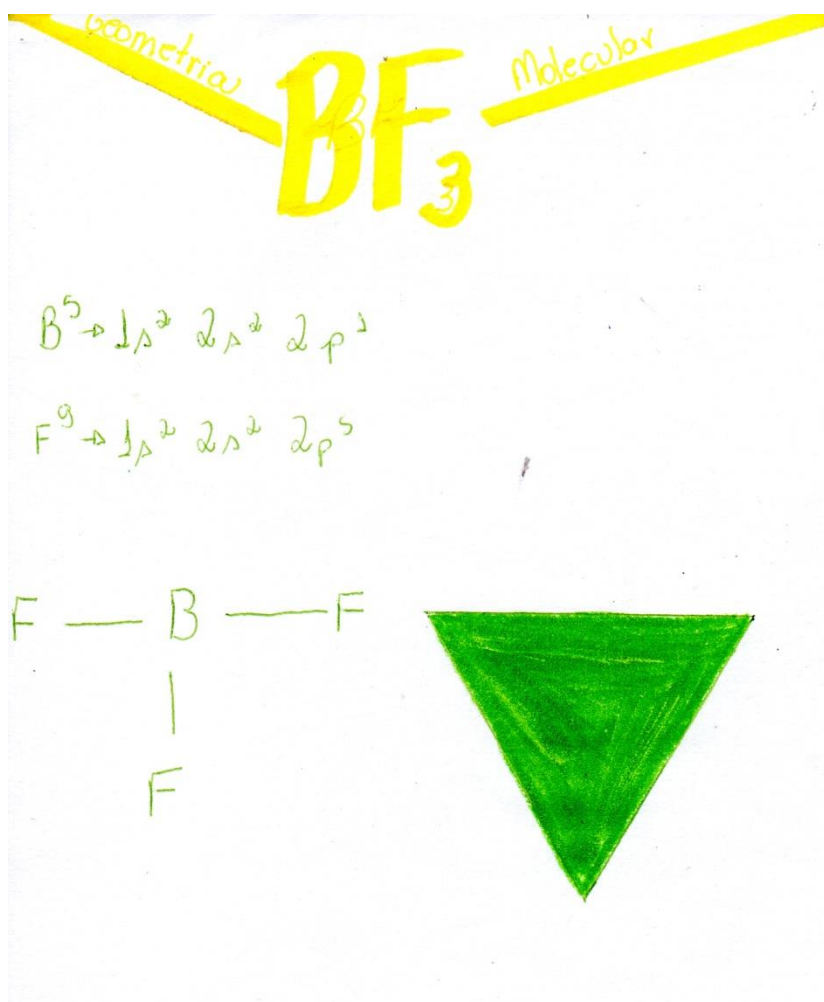
Fonte: Ilustração feita pelos alunos

Analisando as ilustrações das três moléculas podemos observar que os alunos não representaram os pares de elétrons não ligantes dos átomos centrais e representaram todas as moléculas de forma planar. Isso nos leva a acreditar que eles não tinham, até aquele momento, conhecimento sobre a repulsão causada pela nuvem eletrônica dos pares de elétrons

livres. Na verdade, eles representaram as moléculas com a figura de um triângulo, pelo fato de a molécula ser triatômica, sendo que cada vértice do triângulo representaria um átomo.

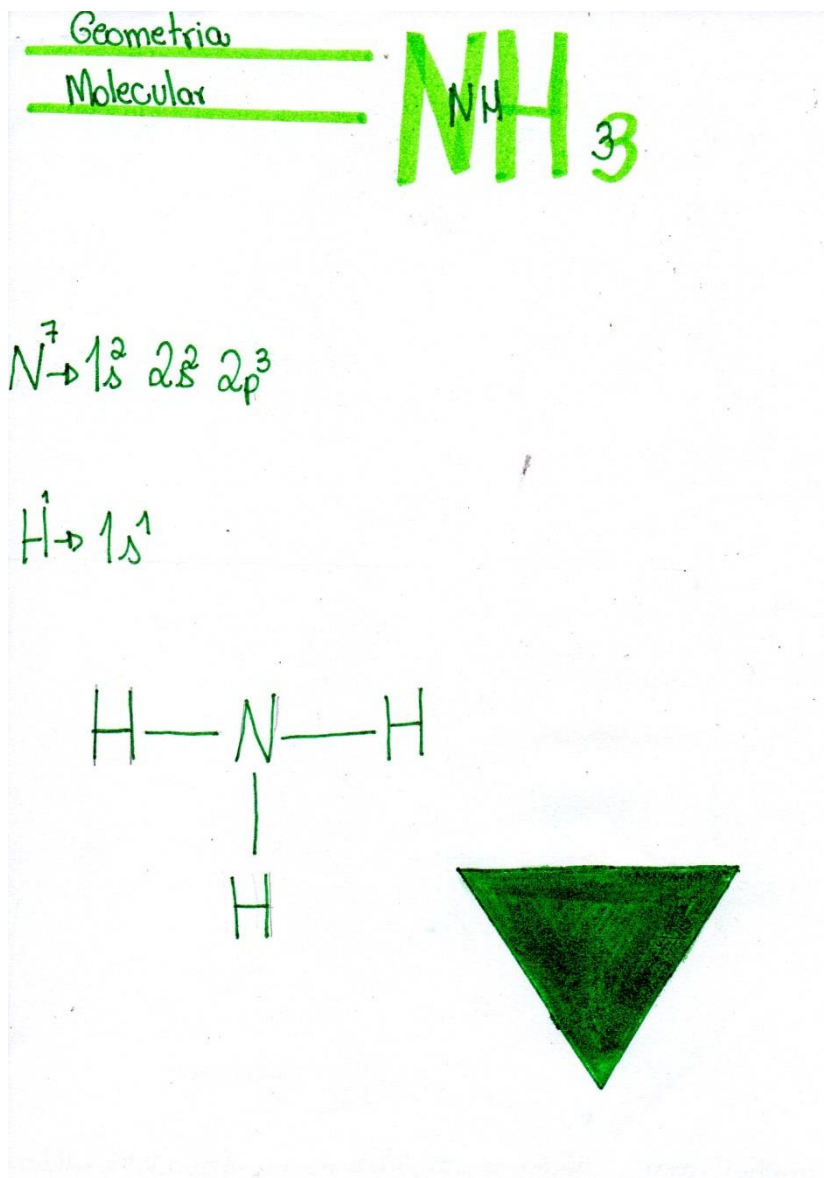
As moléculas de BF_3 e NH_3 possuem 4 átomos e foram representadas também no formato de um triângulo, onde cada "ponta" do triângulo representaria um átomo ligante (figuras 12 e 13).

Figura 12: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de BF_3 .



Fonte: Ilustração feita pelos alunos

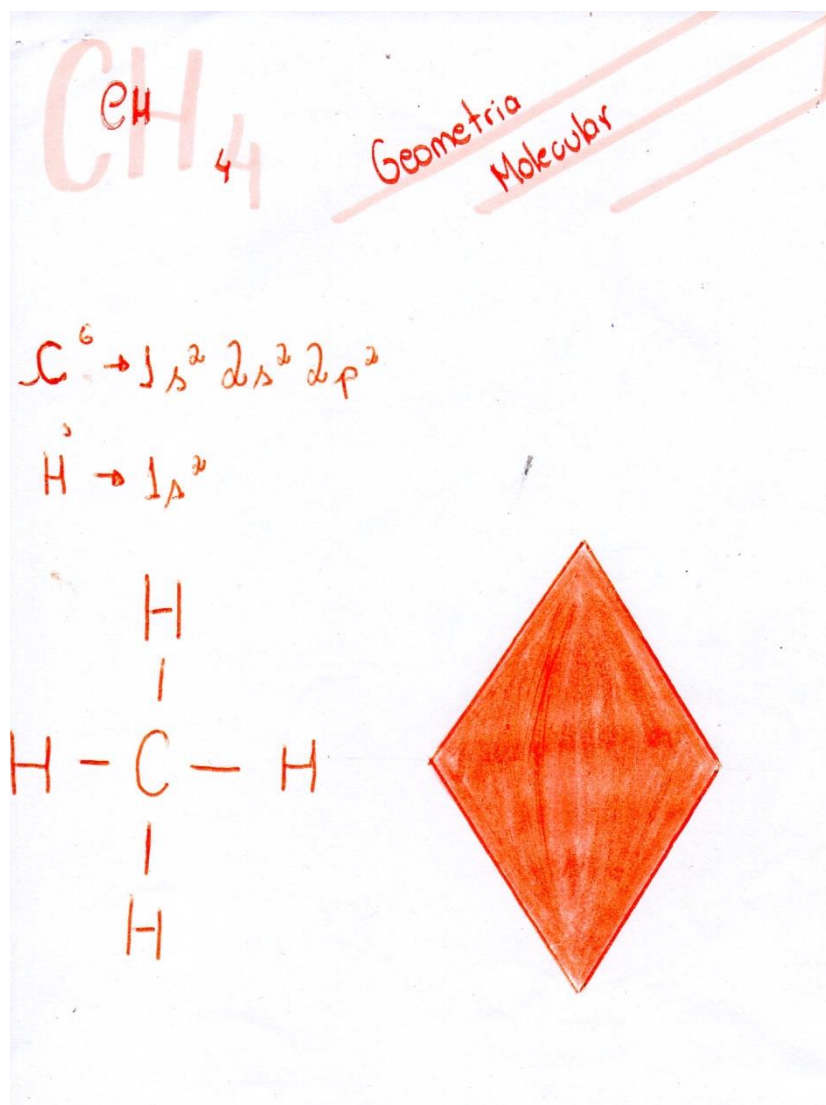
Figura 13: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de NH_3 .



Fonte: Ilustração feita pelos alunos

A molécula de CH_4 foi representada no formato de um losango, o carbono estaria no centro e cada átomo de hidrogênio seriam os vértices da figura geométrica (figura 14). Podemos observar que nesta representação os alunos não levaram em conta o fato de a molécula ter geometria tridimensional e a representaram de forma planar.

Figura 14: Ilustração feita pelo grupo 1 de como os alunos acreditavam ser a molécula de CH₄.



Fonte: Ilustração feita pelos alunos

3.2 Análise do pré-questionário

3.2.1 Análise da questão 1

Na primeira pergunta foram feitos os seguintes questionamentos: *Em que ano você já estudou geometria? O que você se lembra sobre este conteúdo? Você estudou em qual componente curricular?* Esta questão tinha como objetivo avaliar o conhecimento preliminar

dos alunos sobre o tema "figuras geométricas", visto no Ensino Fundamental no componente curricular de Matemática.

Segundo Ausubel (1982), num processo de aprendizagem significativa é necessário que inicialmente se identifiquem os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, pois deve haver uma interação entre os conceitos prévios e as novas informações a serem armazenadas.

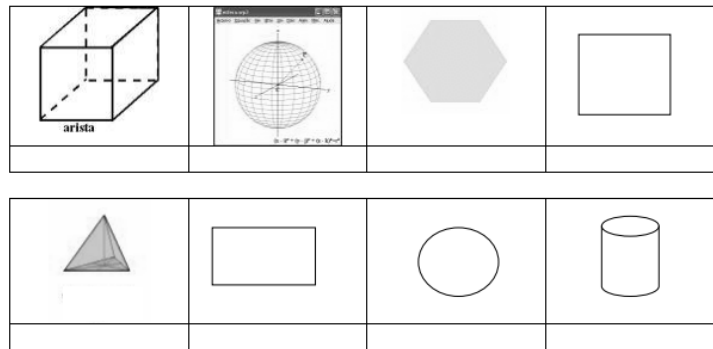
Dos dez alunos que responderam ao questionário, E1 e E2 colocaram que não lembravam ao certo em qual ano estudaram geometria. O E3 respondeu que provavelmente estudou geometria no terceiro ou quarto ano, enquanto E4 estudou no quarto e quinto ano. O E5 estudou no quinto ano e o E6 colocou no sétimo ano, mas que não tinha certeza. O E7 respondeu que estudou no sexto ou sétimo ano e E8 no oitavo ano. O E9 entre o oitavo e nono ano e o E10 afirmou ter estudado neste ano, ou seja, no primeiro ano do Ensino Médio.

O E1, E2 e E5 afirmaram em suas respostas que se lembravam de terem estudado a forma das figuras geométricas. O E3 mencionou que estudou a área e o perímetro das figuras. O E4 não respondeu sobre o que estudou em geometria espacial. O E6 respondeu que estudou as propriedades das formas geométricas. O E7, além de responder que estudou a forma das moléculas, citou o uso do material dourado pelo professor da época. O E8 citou que estudou a área e volume de alguns polígonos. O E9 colocou em sua resposta que estudou os ângulos formados na figura. O E10 escreveu que estudou o cálculo da área de figuras planas. Todos os alunos, com exceção do E4 e do E8, se lembraram de ter estudado este conteúdo juntamente com o professor de matemática.

3.2.2 Análise da questão 2

A segunda questão *Qual o nome das figuras abaixo?* solicitava aos alunos que apresentassem o nome de oito figuras geométricas (figura 15). Esta questão tinha como objetivo resgatar o subsunçor formas geométricas para posteriormente, por meio de sucessivas interações, enriquecê-lo, tornando-o mais refinado e assim servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas a respeito da Geometria Molecular.

Figura 15: Figuras geométricas apresentadas na questão 2.



Fonte: <<https://reridamaria.com.br/nomeando-as-figuras-planas-geometricas/>>

Os E1, E9 e E10 erraram o nome de somente uma figura geométrica, o hexágono. E1 respondeu que esta figura geométrica seria o paralelogramo. E9 e E10 responderam que seria o losango. O E3 não respondeu o nome da figura geométrica esfera. O E5 não respondeu os nomes das figuras geométricas hexágono e pirâmide. E2, E4, E6, E7, E8 acertaram o nome de todas as figuras geométricas.

Mediante esta questão podemos observar que os alunos dominam o conceito formas geométricas, pois a maioria respondeu corretamente o nome das figuras apresentadas. Portanto, o mesmo poderá ser usado como subsunçor e servir de ancoradouro para os novos conhecimentos que serão apresentados aos alunos a respeito da Geometria Molecular.

3.2.3 Análise das questões 3 e 4

A questão três, *Você já teve contato com os conteúdos de geometria molecular?* e quatro *Qual seria a definição de geometria molecular para você? Teve como objetivo descobrir o conhecimento preliminar dos alunos acerca do tema Geometria Molecular, visto que este conteúdo é abordado somente no Ensino Médio. Em resposta à terceira pergunta, somente os E9 e E10 responderam que tiveram contato com este assunto no Ensino Fundamental, na matéria de Química.*

A respeito da questão quatro, os E1, E3, E4, E5, E7, E8, E9 e E10 responderam que geometria molecular seria o estudo da forma das moléculas. A resposta do E2 foi a mais rica, assim como a dos outros alunos: eles responderam que geometria molecular é o estudo das formas das moléculas, porém o estudante E2 citou a organização da molécula devido

às forças de atração ou repulsão causadas pelas nuvens eletrônicas. O E6, por sua vez, respondeu que a geometria molecular estuda como os átomos estão distribuídos.

Somente o E2 citou as nuvens eletrônicas. O estudante não deixou claro em sua resposta se as nuvens seriam das ligações ou dos pares de elétrons isolados do átomo central, porém foi o único a citá-la, demonstrando ter enriquecido o subunçor formas geométricas com conhecimento sobre a existência destas forças de atração e repulsão.

3.2.4 Análise da questão 5

A questão cinco “*Você acha importante estudar geometria molecular?*” procura compreender a concepção dos alunos mediante o assunto. O E1 respondeu que sim, que achava importante estudar, pois usaria no curso superior que irá fazer. O E2 fez a ligação da importância deste conteúdo com o curso superior que pretende fazer, mas afirmou que achava interessante conhecer o formato das “coisas”. O E3, E5, E6, E7 e E10 responderam que a importância do conteúdo está no fato de ser matéria requisitada em vestibulares e que “é muito legal” aprender as formas geométricas. O E4 também associou a matéria ao conteúdo de vestibular.

O único estudante que respondeu não notar a importância em estudar este conteúdo foi o E8. Ele respondeu que no Ensino Médio não seria importante estudar Geometria Molecular, pois na vida “fora da escola” isso não é aplicado.

3.2.5 Análise da questão 6

A sexta questão “*Você gostaria de se aprofundar nos estudos de geometria molecular?*” avalia o interesse dos alunos quanto ao ensino de Geometria Molecular. O E1, respondeu que sim, pelos mesmos motivos dados na resposta à questão 5. O E2 novamente fez menção à carreira, pois quer cursar Engenharia Química e por este motivo acreditava que o conteúdo era importante. Os E3, E6, E9 e E10 responderam que sim, pois consideravam este conteúdo “bem legal e interessante”. Em contrapartida, os E4, E5, E7, E8 responderam que não. O E7 respondeu que gostaria de se aprofundar somente se o assunto fosse pré-requisito para o vestibular.

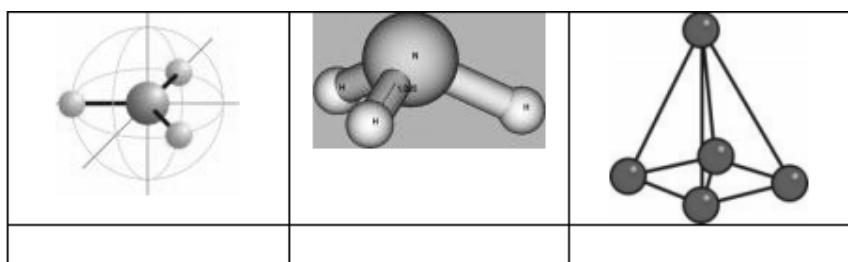
Analisando as questões cinco e seis, podemos observar que a maioria dos alunos gostaram do conteúdo, pois responderam que é importante estudar Geometria Molecular devido ao fato de ser uma matéria que está prevista em alguns vestibulares e por acharem o

conteúdo “legal e interessante”. Já em relação a se aprofundarem nos estudos de Geometria Molecular, somente quatro alunos responderam que gostariam de estudar mais, por apreciarem a matéria.

3.2.6 Análise da questão 7

A sétima e última questão apresenta três modelos moleculares de bolas e varetas (Figura 16) e solicita aos alunos que identifiquem a Geometria Molecular de cada um deles: “*Identifique a geometria molecular das seguintes moléculas*”. Nesta questão, o objetivo foi avaliar a aprendizagem dos alunos após as atividades práticas de construção de moléculas utilizando balas de goma, palitos de dente e bexigas.

Figura 16: Modelos moleculares apresentados na questão 7


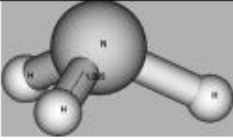
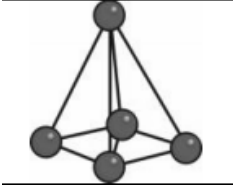


Fonte: <<https://www.todamateria.com.br/polaridade-das-moleculas/>>

Os alunos E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8, E9 e E10 responderam indicando se a molécula apresentada é plana ou angular. Eles responderam corretamente, porém não era a resposta solicitada na pergunta. O E6 respondeu corretamente à questão, indicando as geometrias moleculares de cada molécula apresentada.

O quadro 2 apresenta as respostas dos estudantes em relação a sétima questão.

Quadro 2: Respostas dos estudantes à questão 7.

Estudantes			
E1	Plana	Angular	Angular
E2	Linear	Angular	Angular
E3	Plana	Angular	Angular
E4	Plana	Angular	Angular
E5	Plana	Angular	Angular
E6	Trigonal Plana	Piramidal	Tetraédrica
E7	Plana	Angular	Angular
E8	Plana	Angular	Angular
E9	Plana	Angular	Angular
E10	Plana	Angular	Angular

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação as respostas desta questão, podemos observar que somente o E6 compreendeu o conteúdo, indicando corretamente a geometria das moléculas planas e angulares.

3.3 Análise e Avaliação da proposta

3.3.1 Análise do caso 1 da Tarefa 1

O caso 1 da tarefa 1 (figura 17), verifica a capacidade dos alunos em criar modelos de moléculas usando as ferramentas do software de simulação e a compreensão dos mesmos sobre o conceito de geometria molecular plana.

Figura 17: Caso 1 da Tarefa 1 proposta aos alunos

Tarefa 1

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 _____.

Fonte: Site projeto PhET

Todos os estudantes preencheram corretamente as lacunas e demonstraram domínio sobre as ferramentas de construção do software de simulação e sobre o conceito de Geometria Molecular Plana.

3.3.2 Análise do caso 2 da Tarefa 1

O caso 2 da tarefa 1 (figura 18) solicita aos alunos que construam três moléculas: uma com três átomos e sem pares de elétrons não ligantes no átomo central; outra com três átomos e um par de elétrons não ligantes no átomo central e outra também com três átomos, mas com dois pares de elétrons não ligantes no átomo central. Os estudantes deveriam comparar os ângulos de ligação das moléculas criadas e preencher as lacunas.

Figura 18: Caso 2 da Tarefa 1 proposta aos alunos

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 _____.

Fonte: Site projeto Phet

O quadro 3 mostra como os estudantes preencheram as lacunas propostas no caso 2.

Quadro 3: Respostas dos estudantes ao preencherem as lacunas do caso 2.

Estudantes	Primeira lacuna	Segunda lacuna	Terceira lacuna	Quarta lacuna
E1	Angular	120°	Angular	120°
E2	Linear	180°	Angular	109,5°, ou seja, menor
E3	Linear	180°	Angular	Menor, de 109,5°
E4	Linear	-	Angular	109,5°
E5	Linear	180°	Angular	109,5°
E6	Linear	180°	Angular	Menor, de 109,5°
E7	Linear	180°	Angular	120°
E8	Linear	180°	Angular	109,5°
E9	Linear	180°	Angular	109,5°
E10	Linear	180°	Angular	109,5°

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Os E2, E3 e E6 preencheram corretamente todas as lacunas, demonstrando entendimento pelo fato de que um maior número de elétrons livres no átomo central resulta num ângulo de ligação menor. Os E1 e E7 não compreenderam a forma de preenchimento das lacunas e ao invés de informar que o ângulo de ligação seria menor, informaram o ângulo de uma molécula angular com um par de elétrons livres no átomo central, 120° . Os E4, E5, E8, E9 e E10 também não compreenderam a forma de preenchimento da lacuna e informaram o ângulo de ligação, porém de uma molécula angular com dois pares de elétrons livres no átomo central, $109,5^\circ$.

3.3.3 Análise do caso 3 da Tarefa 1

O caso 3 da tarefa 1 (figura 19) solicita aos alunos que construam três moléculas: uma com quatro átomos e sem pares de elétrons não ligantes no átomo central; outra com quatro átomos e um par de elétrons não ligantes no átomo central e outra com quatro átomos, mas com dois pares de elétrons não ligantes no átomo central. Os alunos deveriam comparar os ângulos de ligação das moléculas criadas e preencher as lacunas.

Figura 19: Caso 3 da Tarefa 1 proposta aos alunos

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 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 _____.

O quadro 4 mostra como os estudantes preencheram as lacunas propostas no caso 3.

Quadro 4: Respostas dos estudantes ao preencherem as lacunas do caso 3.

Estudantes	Primeira lacuna	Segunda lacuna	Terceira lacuna	Quarta lacuna
E1	Trigonal Plana	120°	Piramidal	109,5°
E2	Trigonal Plana	120°	Piramidal	Menor, de 90°
E3	Trigonal Plana	120°	Piramidal	Menor, de 90°
E4	Trigonal Plana	120°	Piramidal	Menor
E5	Trigonal Plana	120°	Piramidal	Menor
E6	Trigonal Plana	120°	Piramidal	Menor, de 90°
E7	Trigonal Plana	120°	Piramidal	109,5°
E8	Trigonal Plana	120°	Piramidal	90°
E9	Trigonal Plana	120°	Piramidal	90°
E10	Trogonal Plana	120°	Piramidal	90°

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Os E2, E3, E4, E5 e E6 preencheram corretamente todas as lacunas, demonstrando entendimento pelo fato de que um maior número de elétrons livres no átomo central resulta num ângulo de ligação menor. Os E1, E7 não compreenderam a forma de preenchimento da lacuna e ao invés de informar que o ângulo de ligação seria menor, informaram o ângulo de uma molécula piramidal com um par de elétrons livres no átomo central, 109,5°. Os E8, E9 e E10 não compreenderam a forma de preenchimento da lacuna e informaram o ângulo de ligação, porém de uma molécula angular com dois pares de elétrons livres no átomo central, 90°.

3.3.4 Análise do caso 4 da Tarefa 1

O caso 4 da tarefa 1 (figura 20) solicita aos alunos a construção de uma molécula com cinco átomos e sem pares de elétrons livres no átomo central. Após a construção eles deveriam preencher as lacunas.

Figura 20: Caso 4 da Tarefa 1 proposta aos alunos**Caso 4: Moléculas com cinco átomos**

Criar uma molécula com cinco átomos sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. Conclui 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 _____.

Fonte: Site projeto phet

Todos os estudantes preencheram corretamente a todas as lacunas.

3.3.5 Análise da Tarefa 2

Após a construção das moléculas solicitadas, os estudantes preencheram uma tabela com o número de átomos, o número de pares eletrônicos não ligantes no átomo central e a geometria molecular de cada molécula apresentada (figura 21).

Figura 21: Tarefa 2 proposta aos alunos.**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			

Fonte: Site projeto PhET.

Todos os estudantes preencheram corretamente a tabela.

3.3.6 Análise do Questionário Final

No sexto dia do desenvolvimento da Sequência Didática, também foi aplicado um questionário a fim de verificar as dificuldades e avaliar a aceitação dos estudantes em relação ao software de simulação virtual "Geometria Molecular". O questionário era composto de 4 questões e dez alunos responderam ao questionário.

3.3.6.1 Análise das questões 1 e 2

A questão 1: *“Sobre a utilização do software de simulação Geometria Molecular (PhET), assinale uma ou mais alternativas de acordo com a sua opinião”*; e a questão 2; *“Se você teve alguma dificuldade para manusear o software de simulação Geometria Molecular (PhET) escreva quais foram estas dificuldades”*, avaliaram as dificuldades que os alunos tiveram durante as atividades desenvolvidas com o uso do simulador. Somente o E3 afirmou ter dificuldade em alguns momentos e descreveu na questão de número 2 que ficou com dúvida se o átomo central contava na hora de realizar o exercício, ou seja, sua dificuldade foi na interpretação da questão e não a respeito do conteúdo ou do software de simulação.

3.3.6.2 Análise da questão 3

A questão 3 *“Quais as contribuições que o software Geometria Molecular (PhET) lhe proporcionou para aprender o conteúdo durante as aulas de química?”* avaliou a aceitação dos estudantes em relação ao uso da simulação virtual para o aprendizado da Geometria Molecular. Todos os estudantes responderam que o uso da simulação favoreceu o aprendizado sobre este conteúdo.

Os E1 e E8 responderam que deixou a aula mais interessante e explicativa. Os E2 e E9 relataram que aprenderam de maneira mais dinâmica, visual e prática. O E2 também respondeu que visualizou em 3D as informações dos ângulos. Os E3 e E4 destacaram que o programa é simples e fácil de manusear. O E3 discorreu sobre a visualização dos pares de elétrons, entre outras coisas.

Os E5, E6 e E7 relataram que o software facilita a aprendizagem por causa da visualização das moléculas. O E7 destacou o fato de poder manusear as moléculas e contribuir para a aprendizagem. O E10 respondeu que o software facilitou a aprendizagem, pois não

deixou a aula cansativa. Ele também destacou que a visualização do aumento e diminuição de ângulos de ligação também facilitou a aprendizagem.

3.3.6.3 Análise da questão 4

Na questão 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*”.

Os E2, E6 e E10 responderam que as três abordagens (modelos usando balas de gomas e palitos de dente, modelos usando bexigas e o uso da simulação virtual) foram importantes. Todos os demais estudantes responderam preferir a abordagem usando o simulador virtual.

De acordo com as análises, foi possível estruturar as categorias discriminadas a seguir.

3.3.7 Categorias de Análises

Levantamos quatro categorias com base nas unitarizações das respostas dos alunos mediante os questionários propostos, ao longo de toda a Sequência Didática. A primeira categoria foi realizada com base nas respostas dadas pelos estudantes à Questão 02 do pré-questionário, aplicado após a aula prática, em sala de aula, de construção de moléculas com jujubas e palitos. Esta categoria refere-se aos alunos que demonstraram possuir domínio mediante o conceito *Formas Geométricas* (subsunçor).

A segunda categoria foi realizada com base nas respostas dos estudantes à Questão 04 do pré-questionário. Trata dos alunos que integram os subsunçores na direção do modelo aceito, após a aula prática realizada em sala de aula com jujubas e palitos. A terceira categoria é dos alunos com dificuldade de visualização tridimensional, por meio da análise das respostas deles à Questão 07 do pré-questionário. A quarta categoria abrange os alunos que enriqueceram o subsunçor *Formas Geométricas*, durante a aula prática realizada no laboratório de informática, com o uso do simulador virtual Geometria Molecular. Foram analisadas as respostas dos alunos das tarefas 1 e 2 da avaliação da proposta.

Tabela 1 - Categorias elaboradas mediante as análises das respostas dos alunos aos questionários aplicados

Categorias	Justificativas
Domínio a respeito do conceito formas geométricas (subsunçor).	Os estudantes E2, E4, E6, E7, E8 citaram corretamente o nome de todas as figuras geométricas apresentadas na questão 02 do pré-questionário. As respostas dos estudantes a esta questão mostram que eles dominam o conceito <i>formas geométricas</i> , estudado em Matemática, no Ensino Fundamental, pois a maioria respondeu corretamente o nome de todas as figuras apresentadas. Portanto, o mesmo poderá ser usado como subsunçor e servir de ancoradouro para os novos conhecimentos que serão apresentados aos alunos mediante a Geometria Molecular.
Integração dos subsunçores ao modelo.	Analisando 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. Integrou a aprendizagem significativa subordinada, caracterizada pela diferenciação progressiva e a aprendizagem significativa superordenada, presente na reconciliação integradora, consequentemente respondendo o esperado.
Dificuldade de visualização tridimensional.	Os alunos E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8, E9 e E10 demonstraram possuir dificuldades em visualizar tridimensionalmente as moléculas apresentadas na questão 7 do pré-questionário. Nesta questão, eles deveriam indicar a Geometria Molecular das moléculas, porém os estudantes somente responderam indicando se a molécula apresentada era plana ou angular.
Ampliação do subsunçor formas geométricas após o uso do simulador virtual.	Analisando as respostas dos alunos com o uso do software de simulação virtual, podemos observar que todos os estudantes dominaram as ferramentas de construção de moléculas do software. Não apresentaram dificuldades e construíram sozinhos todas as moléculas, mostrando domínio pelo conteúdo de geometria molecular. Os estudantes enriqueceram o subsunçor <i>formas geométricas</i> com conhecimento a respeito de repulsão dos pares eletrônicos não ligantes e ângulos de ligação. 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.

	<p>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 mediante a 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 (subsunção), e aos poucos essa ideia pré-existente foi enriquecida, modificada, tornando-se mais específica. Os alunos conseguiram diferenciar moléculas planas de angulares.</p>
--	---

Fonte: Tabela elaborada pelo autor baseado nos estudantes da análise.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de alcançar os objetivos da presente investigação, planejamos, desenvolvemos e avaliamos as contribuições de uma Sequência Didática (Produto Educacional) em 5 dias, 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.

Mediante as respostas dos alunos aos questionários aplicados na avaliação da proposta, podemos verificar que o objetivo proposto pela Sequência Didática foi plenamente alcançado, 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, 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). Aos poucos essa ideia pré-existente foi enriquecida, modificada, tornando-se 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 a respeito da 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.

REFERÊNCIAS

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

AGUIAR, L. K. **Simulações interativas no ensino de química: uma experiência sobre os estados de agregação da matéria**. TCC (Especialização em Educação na Cultura Digital) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/168988>. Acesso em 30/10/2019.

ADAMS, W. K. **Student engagement and learning with PhET interactive simulations**. Department of Physics University of Colorado, 2010. citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.414.3587&rep=rep1&type=pdf. Acesso em 30/10/2019.

AUSUBEL, D.P., NOVAK J.D., HANESIAN H. **Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo**. Vol. 2. México: Trillas, 1982.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Brasília, 1998.

CORREIA, A.P. et al. **The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students' perceptions**. Educational Studies Department, The Ohio State University, Columbus, Ohio- USA, 2018. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02635143.2018.1487834?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em 30/10/2019.

FUJITA, O.M. **Do Presencial Tradicional ao Virtual: Planejamento e Mudanças de Postura**. Disponível em <https://www.abed.org.br/congresso2007/tc/53200791832PM.pdf>. Acessado em 30/10/2019.

GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces**. Ciência e Educação. Bauru, v. 9, n.2, p. 191-211, 203.

LIMA, D.F. **A Importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no Ensino Médio**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) - Campus Intuiutaba, 2018. Disponível em <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664> Acesso em 30/10/2019.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Ensino Médio/ Martha Reis**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente.** Instituto de Física da UFRGS, 2011. Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em 30/10/2019.

MOREIRA, M. A. **O que é a aprendizagem significativa?** Instituto de Física da UFRGS, 2012. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em 30/10/2019.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v.9, n. 2, p.191-211, 2003

PHET, COLORADO. **Geometria Molecular.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-a-molecule. Acessado em: 30/10/2019.

PERKINS, K. K.; MOORE, E.B.; CHASTEEN, S.V. **Examining the Use of PhET Interactive Simulations in US College and High School Classrooms.** Department of Physics, University of Colorado- USA, 2015. Disponível em <https://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=13484>. Acesso em 30/10/2019.

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.** III Congresso Internacional das Licenciaturas COINTER, 2016. Disponível em <https://cointer-pdvl.com.br/wp-content/uploads/2017/01/UTILIZA%C3%87%C3%83O-DO-SOFTWARE-PHET-SIMULATION-COMO-FERRAMENTA-DE-ENSINO-EM-AULAS-DE-F%C3%8DQU%C3%8DMICA-DO-CURSO-DE-LICENCIATURA-EM-QU%C3%8DMICA.pdf>. Acesso em 30/10/2019.

SAMPAIO, I. S.; CÂMARA, E. V. A. ; MOREIRA, S. R. S. **A utilização dos simuladores virtuais Phet em Química no 1º ano do Ensino Médio sobre balanceamento de equações.** Universidade Estadual de Roraima, 2015. Disponível em <https://uerr.edu.br/eepe/ieepe/gt1/gt19.pdf> . Acesso em 30/10/2019.

SUASSUNA, L. **Pesquisa qualitativa em educação e linguagem: histórico e validação do paradigma indiciário.** *Perspectiva*, Florianópolis. v. 26, n.1, p. 341-377, jan/jun. 2008.

TAROUCO, L. M. R.; FLÔRES, M. L. P. **Diferentes tipos de objetos para suportar a aprendizagem.** *RENTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, 2008. Disponível em <https://seer.ufrgs.br/rente/article/view/14513>. Acesso em 30/10/2019.

TAJRA, S. F. **A Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade - 9º edição.** São Paulo. Érica, 2012.

TAROUCO, L. M. R.; FLÔRES, M. L. P. **Diferentes tipos de objetos para suportar a aprendizagem.** *RENTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, 2008. Disponível em <https://seer.ufrgs.br/rente/article/view/14513>. Acesso em 30/10/2019.

ZARA, R. A. **Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física.** II ENINED - Encontro Nacional de Informática e Educação, 2011. Disponível em

[https:// http://www.inf.unioeste.br/enined/anais/artigos_enined/A29.pdf](https://http://www.inf.unioeste.br/enined/anais/artigos_enined/A29.pdf). Acesso em 30/10/2019.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

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 (1ª Série)

Temas

1. Litosfera:

- Tipos de substâncias e propriedades gerais das substâncias;
- Materiais da Natureza – extraído 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

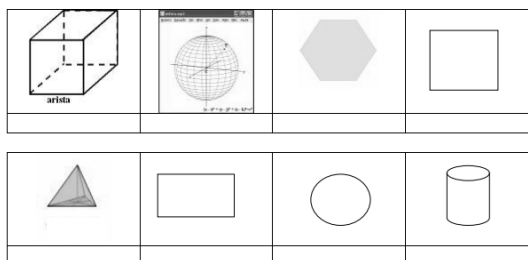
80 horas-aula (02 aulas semanais)

APÊNDICE B

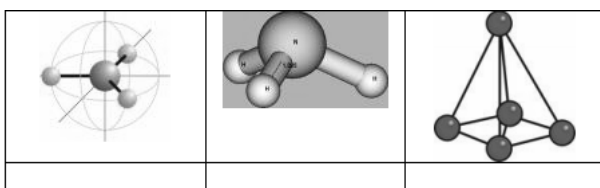
Pré questionário aplicado aos alunos no terceiro dia do desenvolvimento da sequência didática.

Pré - Questionário

- 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 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 4: Moléculas com cinco átomos

Criar uma molécula com cinco átomos sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. Conclui 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 selecione 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.

ANEXO

ANEXO A

Questionários respondidos pelos estudantes.

ESTUDANTE 1

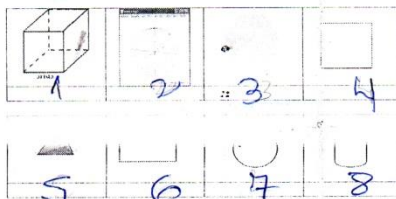
Pré - Questionário

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

Não me lembro de certo em que ano eu estudei, que é a forma das figuras, estudei em matemática

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:

1- cubo
2- esfera
3- paralelogramo
4- quadrado



5- triângulo
6- retângulo
7- círculo
8- cubo

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

nao

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

os estudos sobre a ~~estrutura~~ forma das moléculas

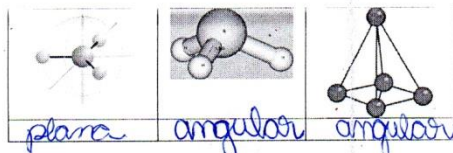
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, pois é um dos componentes curriculares de química e talvez usei na faculdade que irei fazer

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

Sim, pelos mesmos motivos da questão anterior

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa 1

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 linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 120°.

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 triangular plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

Tatálio Burgoine

- 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 piramidal. 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 109,5°.

Caso 4: Moléculas com cinco átomos

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

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com cinco átomos apresenta geometria tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109,5°.

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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

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?

Ajudou a entender como funciona a geometria molecular e deixou as aulas mais interessantes

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.

No meu ver, foi o software de simulação Geometria Molecular (PhET) pois a aula de goma, por mais que também teve a sua significativa abordagem, o software mostra de forma mais real e virtual.

Natália Braga

ESTUDANTE 2

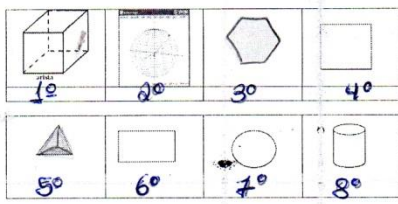
Pré - Questionário

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

*Não me lembro em que ano estudei.
Me lembro que é o estudo das medidas das figuras geométricas.
Componente curricular: Matemática*

2) Qual o nome das figuras abaixo:

- 1º cubo
- 2º esfera
- 3º hexágono
- 4º quadrado
- 5º pirâmide
- 6º retângulo
- 7º círculo/circunferência
- 8º cilindro



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

Não

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

geometria molecular indica a forma do molécula, como ela se organiza devido suas energias se atraem ou repelem, e os núcleos de elétrons

5) Você acha importante estudar geometria molecular?

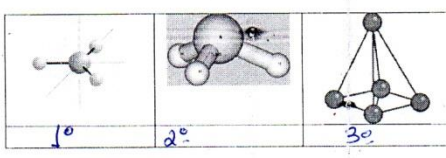
Depende do que o pessoa vai cursar futuramente, é importante porque cai em vestibulares, e acho interessante conhecer como são formadas as coisas

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

Sim, porque umas das minhas ideias de carreira profissional seria engenharia química

7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:

*1º acetato que seja LINEAR, porque aparenta ser plano.
2º pelo molécula do meio estar um pouco elevada aparenta ser ANGULAR, isso ocorre porque sobra elétrons formando um par livre que acaba se repelindo*



3º é ANGULAR pela molécula ter sido repelido por causa do par de elétrons

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

Tarefa 1

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 linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 109,5°, ou seja, menor.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

- 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 piramidal. 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 menor, de 90°.

Caso 4: Moléculas com cinco átomos

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

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com cinco átomos apresenta geometria tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109,5°.

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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

Camilly Segatei

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?

Aprendi de uma maneira dinâmica, visual e prática. Consegui visualizar em 3D, com as informações dos ângulos e outras coisas.

4) O conteúdo Geometria Molecular foi abordado em dois momentos: primeiramente em aula prática utilizando bolas 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.

As três, porque com as bolas de goma, aprendemos sobre a geometria, e os balões sobre as nuvens eletrônicas, já no software foi os dois conceitos juntos, ou seja, as três foram importantes porque as bolas e os balões serviram de base.

Camilly Segoteli

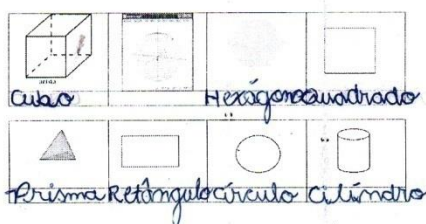
ESTUDANTE 3

Pré - Questionário

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

Provavelmente foi no 3º ou 4º ano. Lembrando que estudamos a área e o perímetro das figuras, e que usamos figuras para representar em 3D, também tinha tarefa de recorte e cole sua figura geométrica, brincamos com as figuras. Estudei em Matemática, com minha professora.

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Não, apenas a partir do 1º ano do colegial.

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

Seria estudar a molécula como um todo.

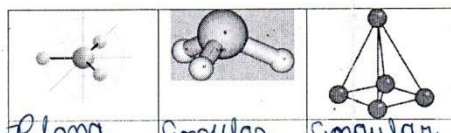
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, além de cair esse conteúdo nos vestibulares, podemos saber qual é a estrutura molecular da molécula, quais são suas formas geométricas, pode parecer tóxico, mas seria algo muito, muito legal.

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

Sim, pois acho o conteúdo bem legal e interessante, pois provavelmente estuda a estrutura da molécula, que particularmente acho incrível.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



↳ Para todos os átomos estão planos, ou seja, em cima de uma superfície.
↳ Para a base está sobre uma superfície, e o átomo central está em cima da base.

↳ Átomo central em cima e os demais sobre uma superfície

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

Tarefa 1

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

linear

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 menor, de 109,5°.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

• 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 piramidal. 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 menor, de 90°.

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 tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109.5°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	05	0	Tetraédrica
NH ₃	04	1	Piramidal
H ₂ O	03	2	Angular
CO ₂	03	0	Linear

Luis Gustavo

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.

Fiquei em dúvida se os átomos central estavam na hora de realizar o exercício.

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

É um programa simples até, fácil de se manusear, nos transmite informações claras e objetivas sobre as moléculas, tem a ferramenta de pedras vir em 3D, nos mostra a geometria molecular, os pares de elétrons central outras coisas.

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.

A do software foi mais prática, por conta de mostrar ambos os com. Vides, a da geometria e dos pares de elétrons, entretanto, a das balas de gomas e balões foi um alívio para nos manter frente o programa.

Guilherme Gustavo

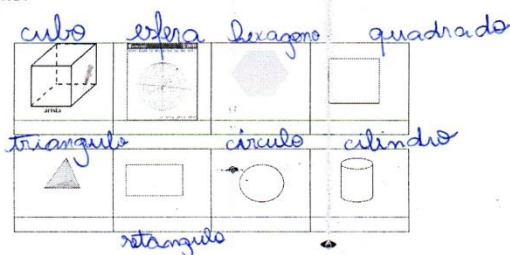
ESTUDANTE 4

Pré - Questionário

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

4^o/5^o ano (aulas de matemática)

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Sim (aula com jujubas)

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

A forma das estruturas moleculares

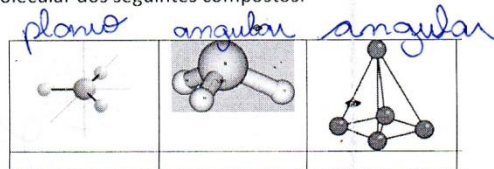
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, vou usar no vestibular.

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

Não - (mas preciso)

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa 1

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 LINEAR.

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 LINEAR. 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 Angular. 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 menor: 109,5°.

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 Triangular PLANA. O seu ângulo de ligação é de 120°.

- 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 ~~tetraédrica~~ Piramidal. 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 menor.

Caso 4: Moléculas com cinco átomos

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

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com cinco átomos apresenta geometria tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109,5°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	Piramidal
H ₂ O	3	2	Angular
CO ₂	3	0	Linear

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? *facilita o entendimento do conteúdo, por conta da facilidade e exemplo práticos.*

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.

A professora conseguiu mais a atenção dos alunos por conta da PhET.

Vitor Costa

ESTUDANTE 5

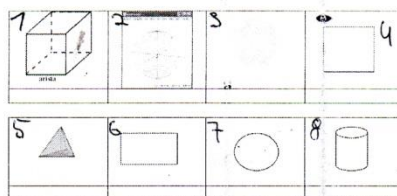
Pré - Questionário

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

5º ano. Eu lembro que usamos alguns materiais específicos como compasso, aprendíamos algumas formas.
Componente geométrico

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:

- 1 - cubo
2 - esfera
3 -
4 - quadrado
5 -
6 - retângulo
7 - círculo
8 -



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

Não

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

O desalo das moléculas.

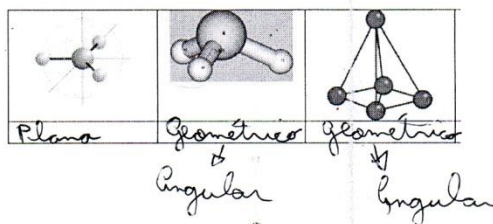
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Acho interessante para sabermos como são nossas moléculas.

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

Não do todo, eu não me aprofundaria.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa

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 linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- **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 angular. 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 109,5.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

- 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 piramidal. 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 menor.

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 tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de _____.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

gabriel

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.

nao tive dificuldade.

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

facilita a visualização das moléculas.

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.

pelo software, pois é mais dinâmico e interativo.

ESTUDANTE 6

Pré - Questionário

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

Já estudei em Matemática, no 7º ano (não tenho certeza).
Geometria é o estudo das formas geométricas presentes na natureza e as propriedades dessas formas.

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Não, só está com as aulas de Química.

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

A geometria molecular mostra como estão distribuídos os átomos em uma molécula.

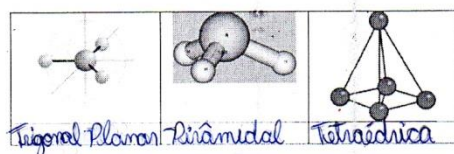
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, para saber a maneira como os átomos se dispõem em uma molécula.

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

Sim, acho que será muito importante saber sobre o assunto para ajudar na área em que quero me especializar.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa 1

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

Linear

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 menor, de 109,5°.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

- 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 piramidal. 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 menor, de 90°.

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 tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109.5°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	05	0	Tetraédrica
NH ₃	04	1	Piramidal
H ₂ O	03	2	Angular
CO ₂	03	0	Linear

Luis Gustavo

small long print

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.

Fiquei em dúvida se os átomos central estavam na hora de realizar o exercício.

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

É um programa simples até, fácil de se manusear, nos transmite informações claras e objetivas sobre as moléculas, tem a ferramenta de pedras vir em 3D, nos mostra a geometria molecular, os pares de elétrons central outras coisas.

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.

A do software foi mais prática, por conta de mostrar ambos os com. vidos, a da geometria e dos pares de elétrons, entretanto, a das balas de gomas e balões foi um alívio para nos manter frente o programa.

Guilherme Gustavo

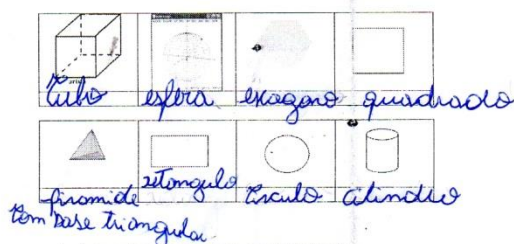
ESTUDANTE 7

Pré - Questionário

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

no 6º ou 7º ano do fundamental, estudei em matemática, que é a matéria que estuda as formas geométricas com o material chamado.

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Sim, só nas aulas de agora.

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

As formas que as moléculas tem.

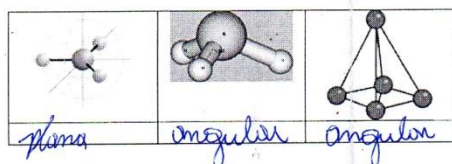
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, para sabermos o real formato das moléculas.

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

Se for um assunto que caia em vestibular, sim! Se for pra vida não! Eu não pretendo usar.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa 1

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 linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 120°.

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 Trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

Julia Maria

- 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 piramidal. 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 109.5°.

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 tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109.5°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	5	0	Tetraédrica
NH ₃	4	1	Piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

Julio mais

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?

A melhor visualização das moléculas, eo fato de poder manipulá-las

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.

No laboratório com o Phet eu aprendi mais, mas com as balas e' mais ludico e prende mais atenção, então em relação a aprendizagem o Phet e' melhor.

ESTUDANTE 8

Pré - Questionário

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

oitavo ano, áreas de polígonos e volume, geometria.

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Não.

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

Geometria presente nas moléculas.

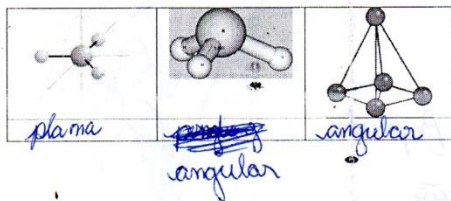
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Não ensino médio, não, pois não há uso prático para isso na vida fora da escola se você não focar nisso

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

Não, não é importante para mim.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa 1

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 linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 109,05°.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120,0°.

- 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 piramidal. 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 90°.

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 tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109,05°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

Maria Clara Dias S. Baptista,

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?

Deixou a aula mais interessante e explicativa

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.

O do software foi mais fácil e não era possível ver a dificuldade de manter e ficou grudando e os balões estavam fáceis.

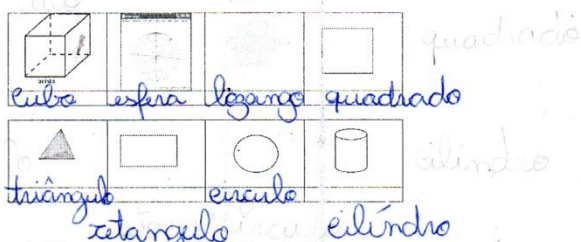
ESTUDANTE 9

Pré - Questionário

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

Entre o 8º e o 9º ano.
 Formulas geométricas, ângulos etc.
 O componente curricular é a matemática

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Sim, tive contato com a geometria molecular na minha antiga escola na matéria de química.

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

A definição de geometria molecular é estudar as fórmulas que as moléculas têm.

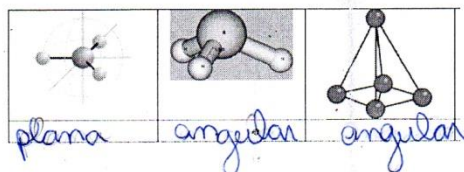
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, eu acho importante pois é um assunto interessante e por mais que eu não usaria na minha profissão eu acho uma matéria legal.

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

Eu gostaria pois é uma matéria interessante e bem ampla com muitas informações e curiosidades.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



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

Tarefa 1

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 linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180°.

- 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 angular. 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 109,5 menor.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120°.

- 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 piramidal. 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 90°.

Caso 4: Moléculas com cinco átomos

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

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com cinco átomos apresenta geometria tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109,5°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

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.

Não tive dificuldades

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

*Ajudou a entender melhor o conteúdo na "prática", mostram
com a simulação, tornando melhor e mais prático o aprendizado e
entender.*

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.

*O Phet, pois foi mais realista como 3D e proporcionou
mais realidade.*

ESTUDANTE 10

Pré - Questionário

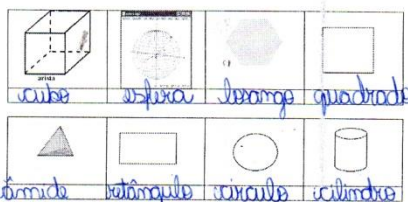
- 1) Em que ano você já estudou geometria? O que você se lembra sobre este conteúdo? Você estudou em qual componente curricular?

↳ Esse ano, mas
antecedido de
outros.

↳ Matemática
e
Química

↳ O cálculo de área das figuras planas.

- 2) Qual o nome das figuras abaixo:



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

Sim, através de vídeos ou na internet.

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

Geometria das moléculas, ou seja, sua forma a qual apresenta formas geométricas.

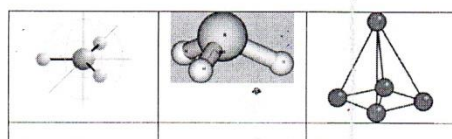
- 5) Você acha importante estudar geometria molecular?

Sim, todo conhecimento é necessário.

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

Sim, pois estou me preparando para o vestibular e quanto mais conhecimento adquirido, melhor. Além de observar a utilização da geometria molecular no nosso dia-a-dia.

- 7) Identifique a geometria molecular dos seguintes compostos:



mtu 4/3/8 gab 19/11

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

Tarefa 1

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

linear.

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 linear. O seu ângulo de ligação é de 180,0°.

- 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 angular. 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 109,5°.

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 trigonal plana. O seu ângulo de ligação é de 120,0°.

- 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 piramidal. 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 90,0°.

Caso 4: Moléculas com cinco átomos

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

Na ausência de elétrons não ligantes no átomo central, qualquer molécula com cinco átomos apresenta geometria tetraédrica. O seu ângulo de ligação é de 109,5°.

Tarefa 2

Acesse agora ao separador *Molécula Real* e selecione 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	5	0	tetraédrica
NH ₃	4	1	piramidal
H ₂ O	3	2	angular
CO ₂	3	0	linear

Maysa Leão

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.

Não tive dificuldade.

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

*O software Geometria Molecular (PhET) me proporcionou uma visibilidade maior a respeito das moléculas e do assunto abordado, não ficou cansativo para se aprender e mostrei detalhadamente a geometria molecular de determinadas moléculas.
 * Conforme se acrescenta as par de moléculas, o ângulo da ligação diminui seu valor.*

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.

Ambas, pois foram aulas que tiveram a participação de todos os alunos, ficando muito bem compreendido o conteúdo.

Maysa de Sá