

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

RODRIGO LOPES BENEVENUTO

IMAGINANDO MUNDOS INVISÍVEIS: aprendendo a visualizar moléculas.



VOLTA REDONDA
2022



PRODUTO EDUCACIONAL

RODRIGO LOPES BENEVENUTO

IMAGINANDO MUNDOS INVISÍVEIS: aprendendo a visualizar moléculas.

Produto Educacional resultado da dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador(es):

Profa. Renata Luz Martins

Profa. Beatriz Cavalheiro Crittelli

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Layout do site de criação de moléculas 3D MolView	28
Figura 2 - Página inicial do site de criação de moléculas 3D MolView.....	29
Figura 3 - Primeiros passos para a criação de moléculas no site MolView	29
Figura 4 - Criação de moléculas em formato 2D	30
Figura 5 - Exemplo da construção da molécula de água (H ₂ O).....	31
Figura 6 - Resultado da conversão da estrutura bidimensional para tridimensional pelo site MolView	31
Figura 7 - Layout inicial do site de simulações PhET	32
Figura 8 - Imagens das moléculas do XeF ₂ e SF ₆ retiradas da simulação “Geometria molecular”	32

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	5
2 GUIA DOCENTE	6
2.1 – Primeiro encontro: apresentação do projeto e aplicação do pré-teste.	8
2.1.1 Avaliação diagnóstica (pré-teste)	8
2.2 Segundo encontro: noções básicas de geometria.....	13
2.2.1 Slides utilizados no segundo encontro	13
2.2.2 Roteiro do aluno	16
2.3 Terceiro encontro: o mundo da química.....	19
2.3.1 Slides utilizados no terceiro encontro	19
2.3.2 Roteiro do aluno	22
2.4 Quarto encontro: Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência	23
2.4.1 Slides utilizados no quarto encontro.....	23
2.4.2 Roteiro do aluno	27
2.5 Quinto encontro: desenvolvendo habilidades visuoespaciais utilizando simulações.	28
2.5.1 Acessando o site de criação de moléculas 3D MolView.	28
2.5.2 - Acessando o site de simulações PhET	31
2.5.2 Slides utilizados no quinto encontro	33
2.5.3 Roteiro do aluno	35
2.6 Sexto encontro: desenvolvendo habilidades visuoespaciais utilizando modelos concretos.....	37
2.6.1 Slides utilizados no sexto encontro	37
2.6.2 Roteiro do aluno	41
2.7 Sétimo encontro: Aplicação da avaliação da aprendizagem (pós-teste)	43
3 REFLEXÃO FINAL	50

1 APRESENTAÇÃO

O ensino de ciências traz grandes desafios e responsabilidades, sendo incumbência docente preparar os alunos para intervir na sociedade de forma crítica e racional, além de compreender os benefícios e prejuízos causados pelo desenvolvimento de novas tecnologias. A leitura de mundo precede o entendimento da linguagem científica, com seus modelos e teorias explicativas.

A compreensão do mundo submicroscópico é imprescindível na interpretação de uma série de fenômenos, exigindo frequentemente do aprendiz a capacidade elaboração de modelos mentais sofisticados, com a capacidade imaginar átomos, moléculas, ligações químicas e tantas outras estruturas intangíveis. A correlação de propriedades macroscópicas ao mundo microscópico auxilia nesse processo de criação e imaginação.

O ensino de geometria molecular apresenta como singularidade uma difícil correlação com o cotidiano, tornando ainda mais complexo seu ensino. Geralmente a compreensão dos arranjos tridimensionais dos compostos acaba sendo limitando a memorização de uma série de nomenclaturas de geometrias, com seus respectivos ângulos.

Tentando romper com este paradigma, apresento um produto educacional na forma de uma sequência didática que possibilite ao aprendiz compreender as bases teóricas do Modelo da repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência (MRPECV) e a partir disso prever o arranjo mais estável dos compostos.

Um ponto fundamental para o aprendizado das habilidades e competências associadas à geometria molecular é o desenvolvimento da inteligência espacial, com o consequente aprimoramento das habilidades visuoespaciais, facilitando a visualização dessas estruturas e a compreensão dos principais arranjos moleculares.

A utilização de simulações computacionais em conjunto com modelos moleculares físicos auxilia no processo de aprimoramento da capacidade de visualização, facilitando a utilização do MRPECV para a previsão da configuração tridimensional mais estável para uma dada molécula.

2 GUIA DOCENTE

Caro professor, esta seção tem como principal objetivo trazer de forma clara e direta a proposta de uma sequência didática que possibilite o aprendizado de todas as habilidades relacionados ao ensino de geometria molecular. Ao total são sete encontros, cada um correspondente a uma aula de 1h:40 minutos.

- Aula 1 (primeiro encontro): apresentação do projeto e avaliação diagnóstica.
- Aula 2 (segundo encontro): noções básicas de geometria.
- Aula 3 (terceiro encontro): o mundo da química.
- Aula 4 (quarto encontro): modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência.
- Aula 5 (quinto encontro): desenvolvendo habilidades visuoespaciais com simulações computacionais.
- Aula 6 (sexto encontro): desenvolvendo habilidades visuoespaciais com modelos concretos.
- Aula 7 (sétimo encontro): aplicação da avaliação da aprendizagem (pós-teste).

Este produto foi pensado e desenvolvido com a possibilidade de ser aplicado de forma presencial, remota ou híbrida. No caso de aplicação remota ou híbrida, torna-se necessário a priori fazer um levantamento sobre a condição de acesso à internet e dispositivos eletrônicos dos alunos. Abaixo temos um modelo de questionário que pode ser aplicado aos alunos com essa finalidade.

Questionário de verificação de condições de acesso à internet e dispositivos eletrônicos

1) Em relação ao tipo de internet utilizada para realizar as atividades escolares, escolha a resposta mais apropriada dentre as opções abaixo:

- () Posso internet banda larga via conexão Wi-fi de boa qualidade.
- () Posso internet banda larga via conexão Wi-fi, porém com muitas oscilações e frequentemente fico sem acesso.
- () Não posso internet banda larga, porém faço minhas atividades escolares em outro local que possui este tipo de acesso.
- () Somente acesso através de dados móveis.
- () Não acesso à internet.

2) Para o estudo remoto (a distância), quais dos meios abaixo você utiliza para acessar as atividades escolares?

- () Celular () Notebook () Desktop
- () Tablet () Nenhum.

3) Dos dispositivos listados acima qual a disponibilidade de tempo para sua utilização?

- () Sempre.
- () Todos os dias, porém apenas em um determinado horário.
- () Somente em alguns momentos quando não estão sendo utilizados.

4) Qual a maior dificuldade que você enfrenta ao estudar de forma remota?

2.1 – Primeiro encontro: apresentação do projeto e aplicação do pré-teste.

A aprendizagem significativa só ocorre quando o aprendiz encontra uma motivação para aprender os conceitos de forma substantiva e não literal. Neste primeiro encontro é preciso mostrar aos alunos a importância em compreender o mundo submicroscópico e seus modelos no intuito de entender os fenômenos que nos cercam.

Outro ponto essencial é verificar o nível de conhecimento prévio dos alunos. Toda proposta de ensino deve ser estruturada a partir dos conceitos subsunçores que já fazem parte da estrutura cognitiva do aprendiz.

2.1.1 Avaliação diagnóstica (pré-teste)

A avaliação diagnóstica foi construída para possibilitar de maneira clara e objetiva verificar se os principais conceitos subsunçores relacionados a geometria molecular fazem parte da estrutura cognitiva dos alunos. Essa avaliação está dividida em duas partes. A primeira parte é destinada a verificação dos conhecimentos sobre geometria, e a segunda de conhecimentos relacionados à química.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (Pré-teste)

I – GEOMETRIA

1) O que a geometria estuda?

2) Desenhe algumas figuras geométricas e em seguida escreva seus nomes.

3) Qual a principal diferença entre uma figura plana e uma tridimensional?

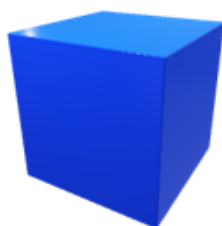
4) Observe as figuras abaixo e escreva sua nomenclatura e o número de vértices.



5) Faça uma marcação nas figuras acima onde se encontram os seus respectivos centros de massa (baricentro).

6) Observe os sólidos geométricos que foram entregues pelo professor e escreva qual o número de vértices, arestas e faces de cada um deles.

Hexaedro



V: ____
A: ____
F: ____

Octaedro



V: ____
A: ____
F: ____

Tetraedro



V: ____
A: ____
F: ____

7) Escolha um dos sólidos geométricos acima e explique com suas palavras onde fica localizado seu centro.

II - Conhecimentos gerais sobre química.

1) O que é um modelo na área das ciências.

2) O que é a regra do octeto.

3) Defina o conceito de molécula.

4) Por que os átomos se ligam quimicamente?

5) O que o Modelo de repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência nos auxilia a compreender? De que forma?

6) Escreva abaixo as fórmulas químicas da água, gás carbônico, amônia e metano.

7) Desenhe as moléculas citadas no exercício acima, mostrando os átomos envolvidos, tipos de ligações e pares de elétrons não ligantes.

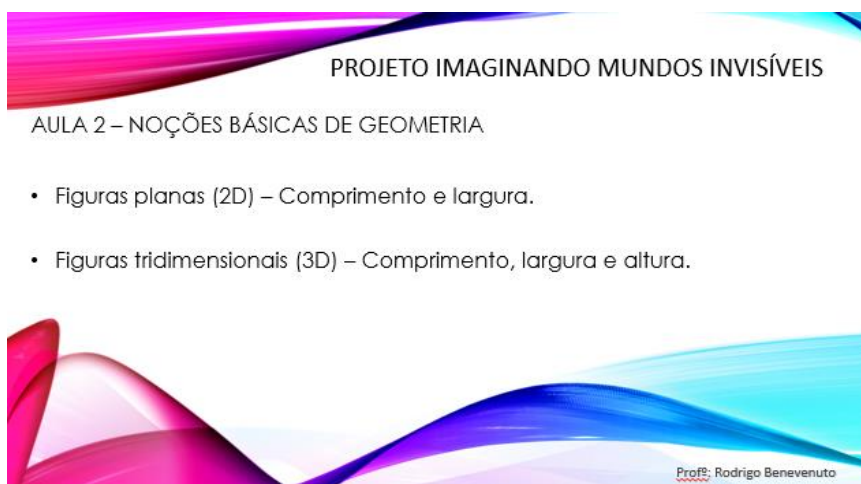
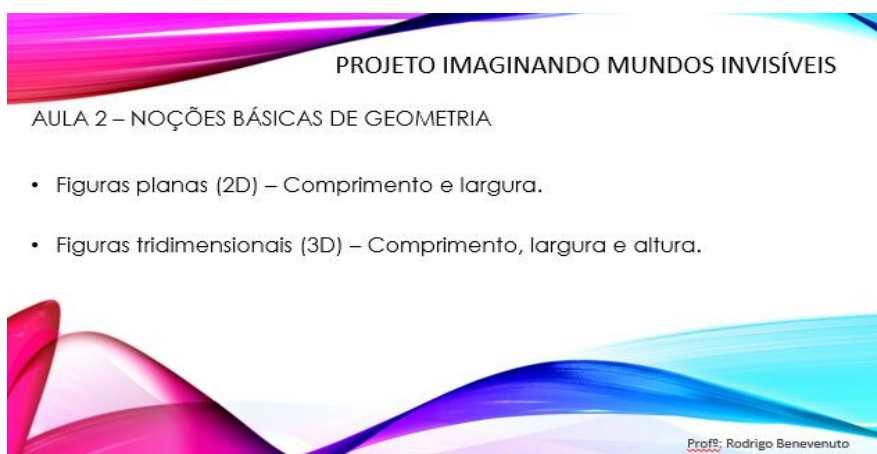
Devido ao grande número de habilidades e competências avaliadas ao longo do pré-teste, torna-se necessário dispor aos alunos no mínimo três horas para realização desta atividade. Esses resultados serão confrontados com os obtidos após a aplicação do pós-teste servindo como uma forma de mensurar a eficácia desta sequência didática.

2.2 Segundo encontro: noções básicas de geometria.

Em geral os alunos trazem consigo apenas os conhecimentos relacionados a geometria plana, havendo a necessidade de trabalhar os conceitos básicos referentes a geometria espacial, principalmente relacionados aos poliedros e suas principais características.

2.2.1 Slides utilizados no segundo encontro

Com o intuito de revisar os elementos básicos relacionados a geometria plana e ensinar os principais elementos da geometria espacial, foram utilizadas a sequência de slides abaixo.



VÉRTICES

- Vértices – Ponto de encontro de duas ou mais retas, formando um ângulo.
- São os “cantos” das figuras.



3 vértices



4 vértices



5 vértices



6 vértices

FIGURAS PLANAS

BARICENTRO (CENTRO DE MASSA)

- Ponto onde existe o equilíbrio das forças.
- Centro de gravidade.
- Ponto onde podemos equilibrar uma figura plana.

Trabalhando em grupo: Descobrimos experimentalmente o centro de massa de algumas figuras.

Construa as figuras planas abaixo em papel quadriculado e com o auxílio de um palito de fósforo determine seu centro de massa:

- Quadrado de 6 cm de lado.
- Triângulo isósceles com 8 cm de lado.
- Hexágono regular com 5 cm de lado

FIGURAS ESPACIAIS (TRIDIMENSIONAIS)

- Nosso maior interesse são os POLIEDROS.

Prefixo	Quantidade
TRI	3
TETRA (QUADRI)	4
PENTA	5
HEXA	6
HEPTA	7
OCTA	8

- **VÉRTICES** - Ponto de encontro de duas ou mais retas, formando um ângulo. (CANTOS)

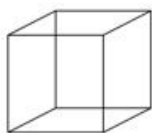
- **FACES** – São as superfícies planas dos poliedros. (LADOS)

Sufixos	Significados
EDRO	FACES
GONO	ÂNGULO
LÁTERO	LADO

- **ARESTAS** – São as retas que unem duas faces. (LINHAS)

DESENVOLVENDO NOSSA CAPACIDADE VISUOESPACIAL

- Qual o número de faces, arestas e vértices das figuras abaixo:



Hexaedro

- 6 faces.
- 12 arestas.
- 8 vértices.



Tetraedro

- 4 faces.
- 6 arestas.
- 4 vértices.



Octaedro

- 8 faces.
- 12 arestas.
- 6 vértices.



Pirâmide do Egito

- 5 faces.
- 8 arestas.
- 5 vértices.

FIGURAS TRIDIMENSIONAIS

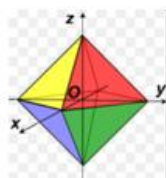
CENTRO DE MASSA DOS POLIEDROS

- Vejamos alguns exemplos:

- Esfera:



- Octaedro:



- Cilindro:



Perceba que todos os corpos acima são simétricos.

REFAZENDO A AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA



Ao final da apresentação de slides deve ser realizada a correção da avaliação diagnóstica referente aos conhecimentos de geometria. Esse feedback é de extrema importância para o aluno, mostrando que é possível compreender assuntos até então complexos, aumentando sua autoestima e motivação, enquanto permite que verifique seus erros e consiga estabelecer novas ancoragens em busca de uma aprendizagem significativa.

2.2.2 Roteiro do aluno

A elaboração de um material potencialmente significativo também é imprescindível para uma aprendizagem eficiente, sendo assim em todos os encontros haverá um material chamado de “roteiro do aluno”, que servirá como um guia discente, que está atrelado diretamente as apresentações de slides ministradas pelo professor.

AULA 2 – Noções básicas de Geometria

Figuras planas e tridimensionais

A principal diferença entre figuras planas e espaciais é a quantidade de _____ necessárias para construí-las.

As figuras planas são _____, possuindo _____ e _____, enquanto as espaciais são _____, possuindo _____, _____ e _____.

Vértices

São os _____ de duas ou mais retas, formando um ângulo.

São os _____ das figuras.

Marque os vértices das figuras abaixo:



Baricentro

Ponto onde existe o _____ das forças. Também chamado de _____.

"cole neste espaço as figuras geométricas construídas"

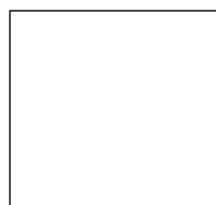
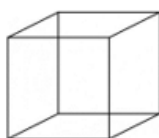
Poliedros

São sólidos _____ formados por _____.

Todo poliedro apresenta _____, _____ e _____.

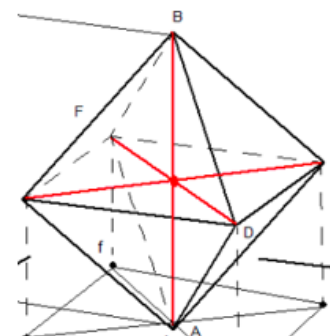
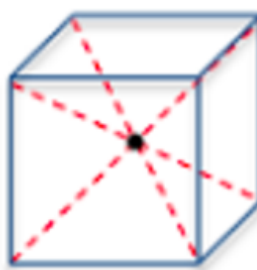
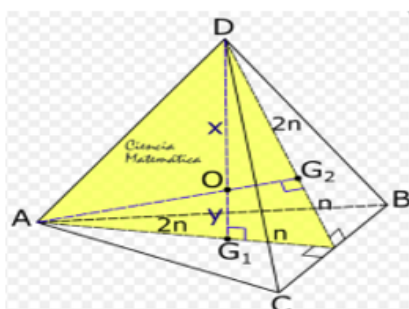
- VÉRTICES - Ponto de encontro de duas ou mais retas, formando um ângulo. _____.
- FACES – São as superfícies planas dos poliedros. _____.
- ARESTAS – São as retas que unem duas faces. _____.

Exercício: Qual o número de faces, arestas e vértices das figuras abaixo:



Centro de Massa de Poliedros

Em poliedros regulares o centro de massa coincide com o centro geométrico (centroide) da figura. Abaixo segue exemplos dos centros de massa de alguns sólidos geométricos.



2.3 Terceiro encontro: o mundo da química

Neste encontro o objetivo é consolidar alguns conceitos fundamentais para compreensão das ciências e do mundo ao nosso redor, como por exemplo o conceito de modelo. Além disso será um momento de revisar alguns conceitos fundamentais como distribuição eletrônica, regra do octeto, teoria de ligação de valência e quaisquer outros que o docente julgue necessário em função dos resultados obtidos no pré-teste.

2.3.1 Slides utilizados no terceiro encontro



O que é a Química?

- É UMA CIÊNCIA.
- Investigação racional, que visa descobrir a verdade.
- Ciência que estuda a transformação da matéria, variações de energia, mudanças de estado físico.
- Possui uma linguagem própria.




Chemical reaction scheme showing the mechanism of the Hofmann elimination:

$$\begin{array}{c}
 \text{R}^1\text{R}^2\text{C(=O)NH}_2 \xrightarrow{\text{KOH}} \text{R}^1\text{R}^2\text{C(=O)N}^- \text{H} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{R}^1\text{R}^2\text{C(=O)NH}_2 \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{R}^1\text{R}^2\text{C}^-\text{NH}_2 \\
 \text{R}^1\text{R}^2\text{C}^-\text{NH}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{R}^1\text{R}^2\text{C(=O)NH}_2 \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{R}^1\text{R}^2\text{C}^-\text{NH}_2 \xrightarrow{-\text{N}_2} \text{R}^1\text{R}^2\text{C}^-\text{H} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{R}^1\text{R}^2\text{CH}_2\text{OH} + \text{OH}^-
 \end{array}$$

Modelo

- O que é um modelo do ponto de vista científico?
 - Busca descrever o mundo real.
 - Geralmente utilizado para compreender o que não é palpável.
 - É uma criação humana.
 - Utilizada largamente no ensino de ciências naturais, principalmente para explicar os fenômenos microscópicos e sub-microscópicos.



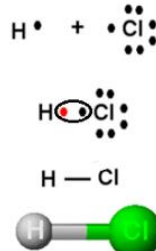
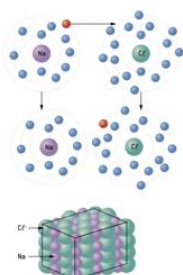
Modelo de Dalton

Modelo da bola de bilhar



Por quê os átomos se combinam?

- Os átomos se unem como intuito de adquirir estabilidade.
- Em muitos casos seguem a regra do octeto, porém há muitas exceções.
- Os tipos mais comuns de ligações entre os átomos são a iônica, covalente e metálica.

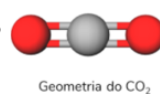
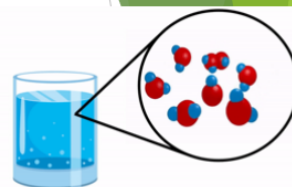


CUIDADO!!!!

Com as representações "animistas"!

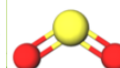
Moléculas

- Moléculas - Conjunto de átomos formados por covalentes. São as unidades básicas formadoras materiais.
- As moléculas possuem geometrias diversas, dependendo da disposição espacial dos átomos que a compõem.
- Como determinar a geometria de uma molécula?
 - Através do **Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência**.



Geometria do CO₂

Linear



Geometria do SO₂

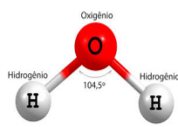
Angular

Fórmulas Químicas

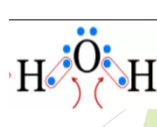
- O que são fórmulas químicas?
- São simbologias que tem como principal objetivo representar as moléculas.
- Existem diversas formas de representar uma mesma molécula e por isso diversas fórmulas de um mesmo composto.



Fórmula Molecular



Fórmula Estrutural



Fórmula de Lewis

Como escrever corretamente a fórmula de Lewis de um composto?

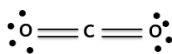
- 1°) Realizar a distribuição eletrônica dos átomos envolvidos, destacando os elétrons de valência.
- 2°) Contar o total de elétrons. (Cuidado com os íons!).
- 3°) Desenhar a estrutura, com o átomo central e os periféricos.

Obs.: Geralmente o átomo central está em menor quantidade e efetua o maior número de ligações.

- 4°) Desenhar as ligações químicas do átomo central até que se satisfaça o octeto.
- 5°) Colocar os elétrons restantes nos átomos periféricos até que se satisfaça o octeto.
- 6°) Se necessário colocar os elétrons restantes no átomo central.

Construindo fórmulas de Lewis

- Ex1: CO₂
- | | | | | |
|----------------|---|--------------------|---|--------|
| ${}_6\text{C}$ | - | $1s^2, 2s^2, 2p^2$ | - | $4e^-$ |
| ${}_8\text{O}$ | - | $1s^2, 2s^2, 2p^4$ | - | $6e^-$ |



Total de e⁻
 $4 + 6 \times 2 =$
16e⁻

1°) Realizar a distribuição eletrônica dos átomos envolvidos, destacando os elétrons de valência.

2°) Contar o total de elétrons. (Cuidado com os íons!).

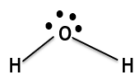
3°) Desenhar a estrutura, com o átomo central e os periféricos. Obs.: Geralmente o átomo central está em menor quantidade e efetua o maior número de ligações.

4°) Desenhar as ligações químicas do átomo central até que se satisfaça o octeto.

5°) Colocar os elétrons restantes nos átomos periféricos até que se satisfaça o octeto.

6°) Se necessário colocar os elétrons restantes no átomo central.

- Ex2: H₂O
- | | | | | |
|----------------|---|--------------------|---|--------|
| ${}_1\text{H}$ | - | $1s^1$ | - | $1e^-$ |
| ${}_8\text{O}$ | - | $1s^2, 2s^2, 2p^4$ | - | $6e^-$ |



Total de e⁻
 $1 \times 2 + 6 =$
8e⁻

1°) Realizar a distribuição eletrônica dos átomos envolvidos, destacando os elétrons de valência.

2°) Contar o total de elétrons. (Cuidado com os íons!).

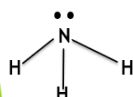
3°) Desenhar a estrutura, com o átomo central e os periféricos. Obs.: Geralmente o átomo central está em menor quantidade e efetua o maior número de ligações.

4°) Desenhar as ligações químicas do átomo central até que se satisfaça o octeto.

5°) Colocar os elétrons restantes nos átomos periféricos até que se satisfaça o octeto.

6°) Se necessário colocar os elétrons restantes no átomo central.

- Ex3: NH₃
- | | | | | |
|----------------|---|--------------------|---|--------|
| ${}_1\text{H}$ | - | $1s^1$ | - | $1e^-$ |
| ${}_7\text{N}$ | - | $1s^2, 2s^2, 2p^3$ | - | $5e^-$ |



Total de e⁻
 $1 \times 3 + 5 =$
8e⁻

2.3.2 Roteiro do aluno

AULA 3 – O mundo da Química**A Química**

A química é uma _____, que visa descobrir a _____. Estuda as _____ da matéria, as variações de _____ e mudanças de _____.

Modelos

São representações do mundo _____, geralmente utilizados para compreender o que não é _____.

Ligações Químicas

Os átomos se unem como intuito de adquirir _____.

A regra do octeto é um enunciado que afirma que a grande maioria dos átomos adquire estabilidade quando atinge _____ na camada de valência. Apresenta _____, não podendo ser considerada como uma regra.

É apenas uma _____.

Os tipos mais comuns de união (ligações químicas) efetuadas entre os átomos são as ligações _____, _____ e _____.

Na ligação _____ ocorre a _____ definitiva de elétrons, havendo a formação de _____, que se mantém unidos. Ocorre geralmente entre um _____ e um _____.

Na ligação covalente ocorre o _____ de pares de elétrons. Ocorre geralmente entre _____.

Moléculas e fórmulas químicas

Uma molécula é um _____ de átomos formados por ligações _____.

As fórmulas químicas são _____ com o objetivo de representar as moléculas.

Fórmula de Lewis

Nesse tipo de fórmula representamos os átomos envolvidos, bem com suas ligações e os elétrons da camada de valência.

Escrevendo corretamente a fórmula de Lewis de um composto

- 1°) Realizar a distribuição eletrônica dos átomos envolvidos, destacando os elétrons de valência.
 - 2°) Contar o total de elétrons. (Cuidado com os íons!).
 - 3°) Desenhar a estrutura, com o átomo central e os periféricos.
- Obs: Geralmente o átomo central está em menor quantidade e efetua o maior número de ligações.
- 4°) Desenhar as ligações químicas do átomo central até que se satisfaça o octeto.
 - 5°) Colocar os elétrons restantes nos átomos periféricos até que se satisfaça o octeto.
 - 6°) Se necessário colocar os elétrons restantes no átomo central

2.4 Quarto encontro: Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência

Neste encontro o principal objetivo é apresentar o MRPECV como uma ferramenta que auxilie na compreensão do arranjo espacial das principais moléculas. Johnstone (2006) discute em seus trabalhos como a apresentação de uma série de informações em um único encontro pode gerar uma sobrecarga na memória de trabalho, dificultando a assimilação de conceitos importantes. Sendo assim, devido ao grande número de variáveis que devem ser relacionadas para se determinar o arranjo mais estável de um composto, neste encontro foram trabalhadas apenas moléculas planas.

2.4.1 Slides utilizados no quarto encontro

É necessário que o aluno compreenda que o arranjo mais estável de uma determinada molécula é fruto da repulsão entre os pares de elétrons da última camada, sendo com esta finalidade criado um modelo explicativo o MRPECV.

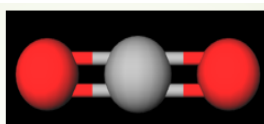


Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência.

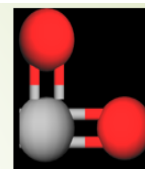
- Tem como principal objetivo determinar a geometria das principais moléculas, ou seja, seu arranjo espacial.
- Os pares de elétrons atuam com caráter repulsivo sobre outros pares de elétrons.
- $P.I. - P.I. > P.I. - P.C. > P.C. - P.C.$
- O arranjo tridimensional mais estável é aquele onde há a minimização das forças repulsivas. (Arranjo em que os pares de elétrons ficam o mais distante um dos outros).

Ex1: CO₂

A molécula do CO₂ possui geometria linear, onde a conformação mais estável (que fornece menor repulsão entre os pares de elétrons) é aquela em que o ângulo é de 180°.



Linear



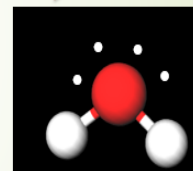
Angular

Ex2: H₂O

A molécula da H₂O possui geometria ANGULAR devido as repulsões existentes entre os pares de elétrons (PI - PI, PI - PC, PC - PC).



Linear



Angular

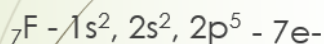
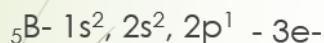
Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência.

- Passo 1) Escrever sua fórmula de Lewis:
- Passo 2) Determinar as seguintes variáveis:
 - Número Estérico (NE): Número de nuvens eletrônicas ao redor do átomo central.
 - Pares compartilhados (PC): Número de ligações efetuadas pelo átomo central.
 - Pares Isolados (PI): Número de pares de elétrons livres sobre o átomo central.
- Passo 3) Determinar a geometria da molécula:

Vamos aos exemplos:

Ex1: BF_3

Passo 1: Fórmula de Lewis



$$\text{Total de } e^- = 7 \times 3 + 3 = 24e^-$$

Neste caso temos uma exceção a regra do octeto. O Boro fica estável com 6 e^- na última camada.



Passo 2:

$$\text{NE} - 3$$

$$\text{PC} - 3$$

$$\text{PI} - 0$$

Passo 3: Determinar a geometria

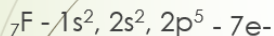
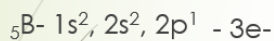
Consultando a tabela

N.E.	P.C.	P.I.	Geometria
3	3	0	Trigonal plana
2	4	0	Linear
4	4	0	Tetraédrica
4	3	1	Piramidal
4	2	2	Angular
5	5	0	Bipirâmide de base trigonal.
5	4	1	Gangorra
5	3	2	T
5	2	3	linear
6	6	0	Octaédrica
6	5	1	Pirâmide de base quadrada
6	4	2	Quadrado planar

Vamos ao exemplo:

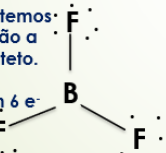
Ex1: BF_3

Passo 1: Fórmula de Lewis



$$\text{Total de } e^- = 7 \times 3 + 3 = 24e^-$$

Neste caso temos uma exceção a regra do octeto. O Boro fica estável com 6 e^- na última camada.



Passo 2:

$$\text{NE} - 3$$

$$\text{PC} - 3$$

$$\text{PI} - 0$$

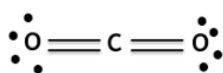
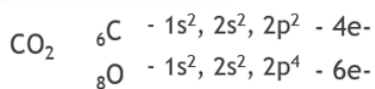
Passo 3: Determinar a geometria

Consultando a tabela

Trigonal Plana

Agora é a sua vez:

Ex2: CO₂



Total de e⁻
 4 + 6 x 2 =
 16e⁻

NE = 2

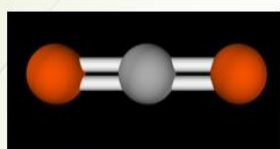
PC = 4

PI = 0

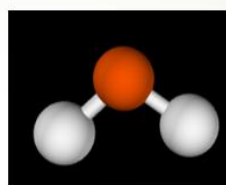
Linear

N.E	P.C.	P.I.	Geometria
3	3	0	Trigonal plana
2	4	0	Linear
4	4	0	Tetraédrica
4	3	1	Piramidal
4	2	2	Angular
5	5	0	Bipirâmide de base trigonal.
5	4	1	Gangorra
5	3	2	T
5	2	3	linear
6	6	0	Octaédrica
6	5	1	Pirâmide de base quadrada
6	4	2	Quadrado planar

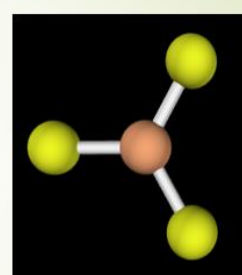
Observe as moléculas que estudamos em nossa aula



CO₂ Linear



H₂O Angular



BF₃ Trigonal Plana

O que elas possuem em comum?

São moléculas planas

2.4.2 Roteiro do aluno

AULA 4 – Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência.

Tem como principal objetivo determinar a _____ das principais moléculas, ou seja, seu arranjo _____.

Os pares de elétrons atuam com caráter _____ sobre outros pares de elétrons.

O arranjo tridimensional mais estável é aquele onde há a _____ das forças _____. (Arranjo em que os pares de elétrons ficam o mais distante um dos outros).

Ex1: A molécula do CO_2 é _____, pois as ligações encontram-se _____.



Ex2: A molécula da água é _____, devido as _____ dos pares de elétrons.



Descobrimos a geometria de uma molécula com o MRPECV

Passo 1) Escrever sua fórmula de Lewis:

Passo 2) Determinar as seguintes variáveis:

Domínio de Elétrons (DE): Número de nuvens eletrônicas ao redor do átomo central.

Pares compartilhados (PC): Número de ligações efetuadas pelo átomo central.

Pares Isolados (PI): Número de pares de elétrons livres sobre o átomo central.

Passo 3) Determinar a geometria da molécula consultando a tabela abaixo:

D.E.	P.C.	P.I.	Geometria
3	3	0	Trigonal plana
2	4	0	Linear
4	4	0	Tetraédrica
4	3	1	Piramidal
4	2	2	Angular
5	5	0	Bip. de base trigonal.
5	4	1	Gangorra
5	3	2	T
5	2	3	linear
6	6	0	Octaédrica
6	5	1	Pir. de base quadrada
6	4	2	Quadrado planar

2.5 Quinto encontro: desenvolvendo habilidades visuoespaciais utilizando simulações.

Ponto central no desenvolvimento deste trabalho, neste encontro os alunos foram levados a determinar a geometria mais estável de moléculas tridimensionais com o MRPECV. Simulações como o *PhET* e o *Molview* auxiliaram neste processo, facilitando a visualização da disposição espacial dos átomos em moléculas poliatômicas, proporcionando o desenvolvimento e aprimoramento das habilidades visuoespaciais.

É preciso que o docente tenha domínio dessas simulações, sendo assim a próxima subseção tem como principal objetivo a apresentação de um guia prático e simples de como utilizar as principais ferramentas presentes nessas simulações.

2.5.1 Acessando o site de criação de moléculas 3D MolView.

Em seu navegador de internet digite o endereço <https://molview.org/>, havendo o direcionamento para o site conforme visto na figura 1.

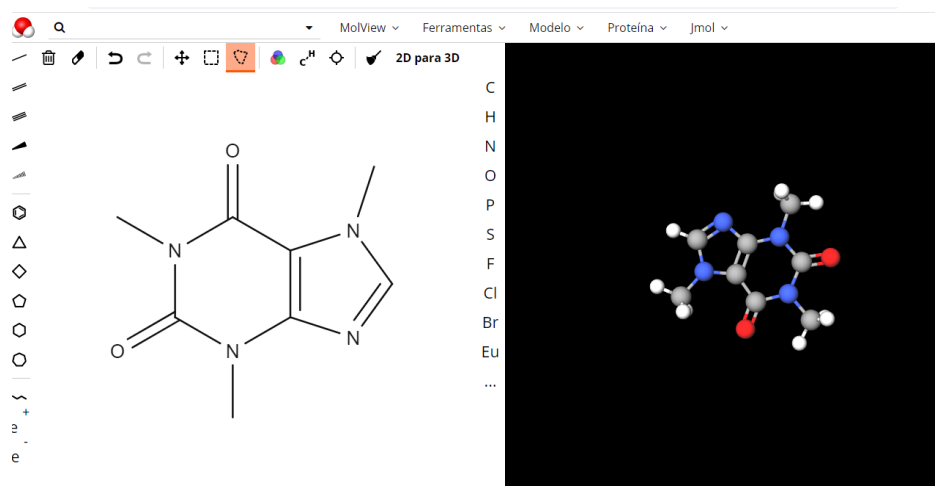
Figura 1- Layout do site de criação de moléculas 3D MolView



Fonte: Própria do autor

Ao Clicar em fechar temos acesso a página inicial conforme a figura 2.

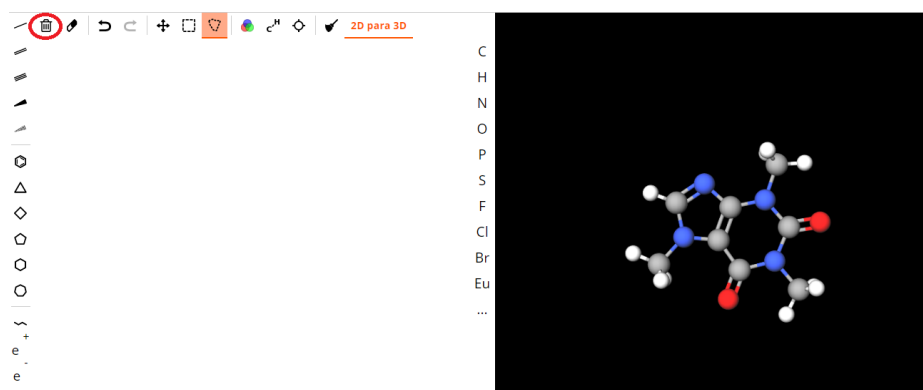
Figura 2 - Página inicial do site de criação de moléculas 3D MolView



Fonte: Própria do autor

Do lado esquerdo já é apresentada a fórmula estrutural plana de um composto e ao lado direito sua representação tridimensional. Basta clicar no ícone da lixeira no canto superior esquerdo (figura 3) e a área de trabalho estará limpa para a criação e desenvolvimento de novas moléculas.

Figura 3 - Primeiros passos para a criação de moléculas no site MolView



Fonte: Própria do autor

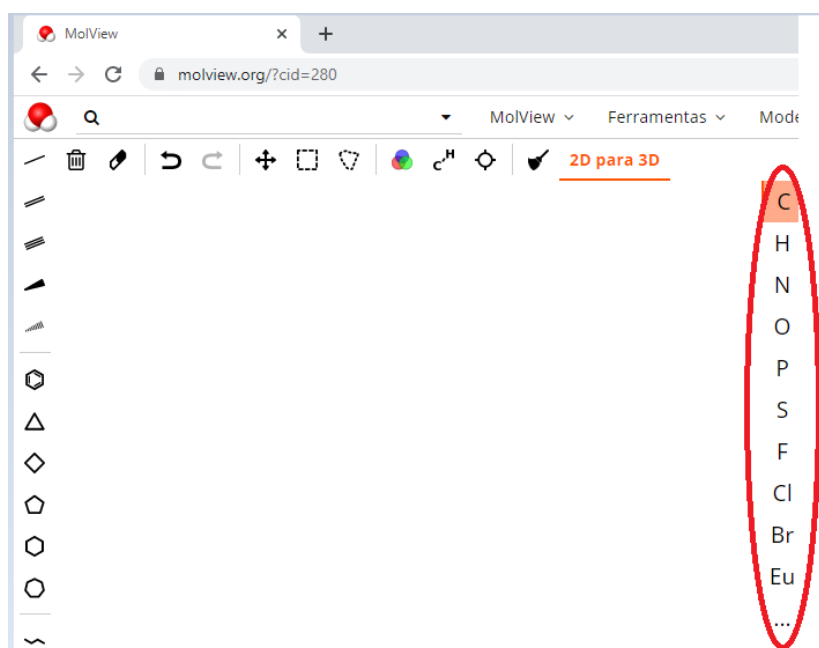
2.5.1.1 Construindo moléculas e conhecendo as ferramentas.

É de extrema importância estar familiarizado com o ambiente virtual de aprendizagem, sendo assim seguem alguns exemplos de como construir algumas das

moléculas utilizadas ao longo da aplicação deste trabalho, assim como as ferramentas mais relevantes.

Para a construção de qualquer molécula se torna mais simples utilizar a coluna destacada a direita da área de trabalho (parte com o fundo branco) conforme destacado na figura 4.

Figura 4 - Criação de moléculas em formato 2D

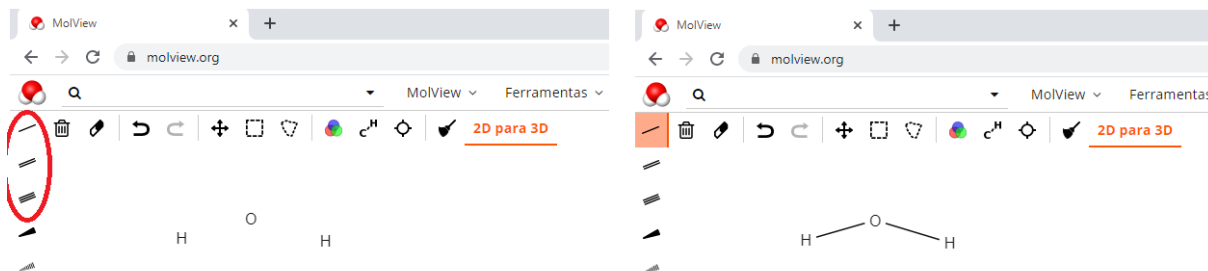


Fonte: Própria do autor

Os três pontos ao final da área destacada permitem a escolha dos demais elementos não listados.

Tomemos como exemplo a construção da molécula da água (H_2O). Basta selecionar os elementos que compõem esta estrutura e clicar na área de trabalho. Para unir os átomos através das ligações covalentes utilizaremos a coluna destacada à esquerda (figura 5), conforme o tipo de ligação necessária. O procedimento consiste em clicar sobre o átomo central e arrastar o cursor até os átomos periféricos.

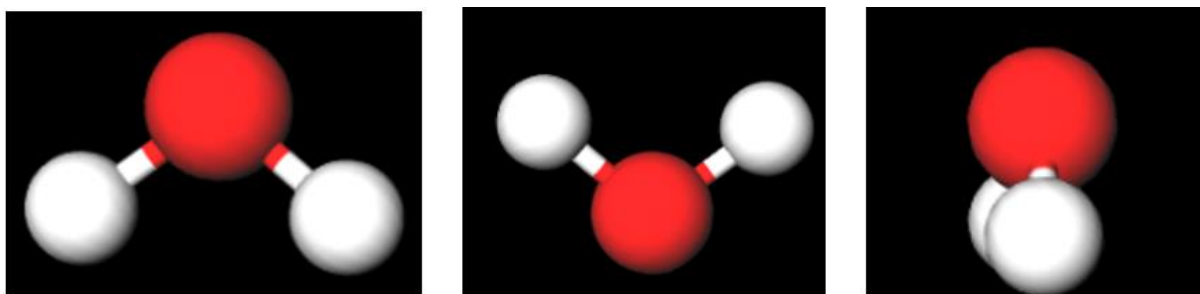
Figura 5 - Exemplo da construção da molécula de água (H₂O)



Fonte: Própria do autor

Após a confecção da estrutura utilizaremos o ícone “2D para 3D”, onde é mostrado a estrutura tridimensional na parte direita (fundo preto) da área de trabalho. O resultado pode ser visto na figura 6. É possível interagir com a estrutura criada, fazendo rotações em qualquer sentido.

Figura 6 - Resultado da conversão da estrutura bidimensional para tridimensional pelo site MolView

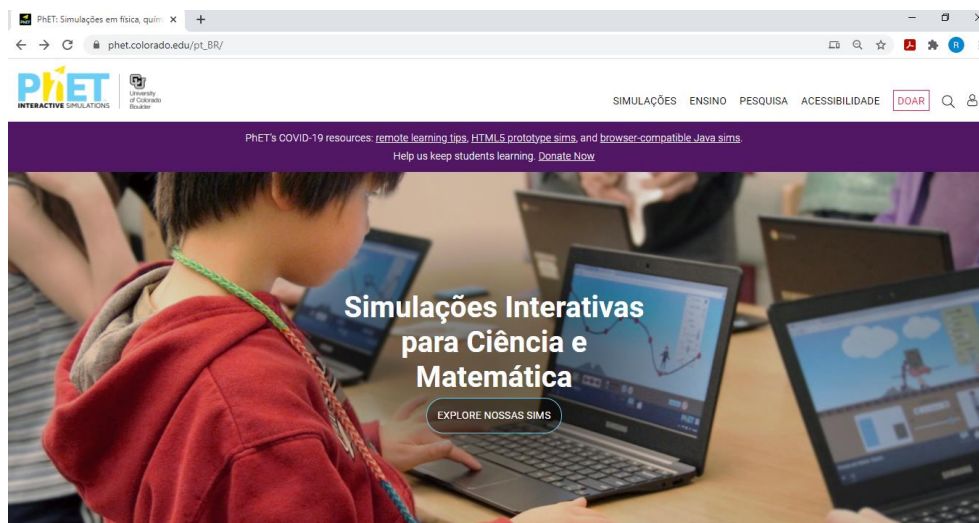


Fonte: Própria do autor

2.5.2 - Acessando o site de simulações PhET

Em seu navegador de internet digite o endereço https://phet.colorado.edu/pt_BR/, havendo o direcionamento para o site conforme visto na figura 7.

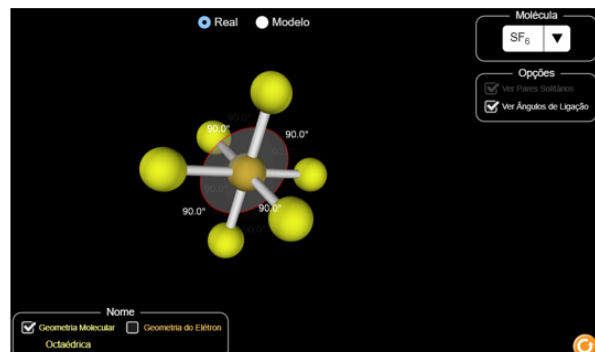
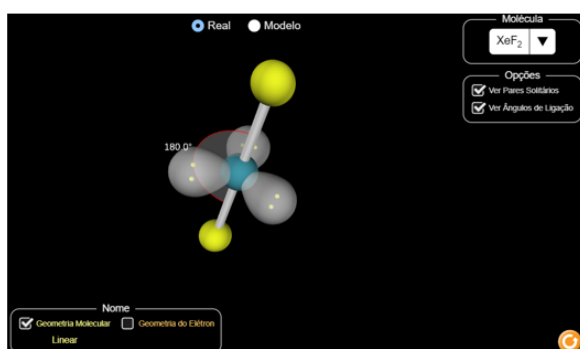
Figura 7 - Layout inicial do site de simulações PhET



Fonte: Própria do autor

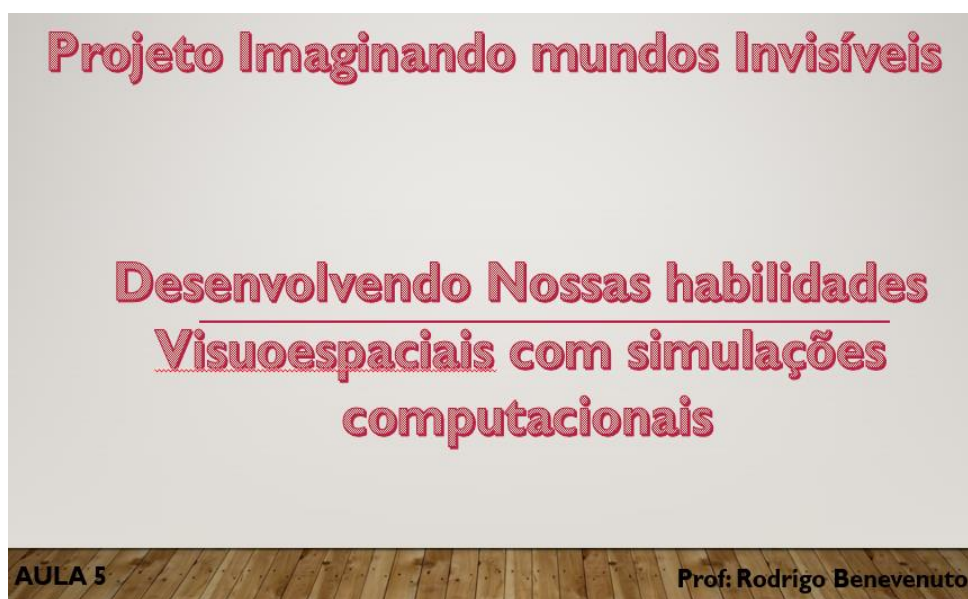
Na ferramenta de busca do site digite o termo “Geometria Molecular (simulação)”. Haverá o direcionamento para uma nova página e ao clicar no campo destacado há o início das simulações. Além da possibilidade de escolher uma série de moléculas com geometrias distintas, é possível visualizar o ângulo entre as ligações dos átomos envolvidos e a quantidade e distribuição espacial dos pares de elétrons isolados do átomo central. A figura 8 mostra alguns exemplos.

Figura 8 - Imagens das moléculas do XeF_2 e SF_6 retiradas da simulação “Geometria molecular”



Fonte: Própria do autor

2.5.2 Slides utilizados no quinto encontro



Projeto Imaginando mundos Invisíveis

**Desenvolvendo Nossas habilidades
Visuoespaciais com simulações
computacionais**

AULA 5 **Prof: Rodrigo Benevenuto**

RELEMBRANDO O MRPECV

- **IPC** – Os pares de elétrons sofrem repulsão e se organizam no espaço de forma a ficarem o mais distante possível.
- São 5 os tipos de arranjos que os pares de elétrons podem estabelecer ao redor do átomo central:
 - LINEAR
 - TRIGONAL PLANO
 - TETRAÉDRICO
 - BIPIRÂMIDE DE BASE TRIGONAL
 - OCTAÉDRICO

- **6 Domínios de elétrons (DE = 6)**
 - Octaédrica (PC = 6 e PI = 0).
 - Pirâmide de base quadrada (PC = 5 e PI = 1).
 - Quadrado planar (PC = 4 e PI = 2).
- **5 Domínios de elétrons (DE = 5)**
 - Bipirâmide de base trigonal (PC = 5 e PI = 0).
 - Gangorra (PC = 4 e PI = 1).
 - T (PC = 3 e PI = 2).
 - Linear (PC = 2 e PI = 3).
- **4 Domínios de elétrons (DE = 4)**
 - tetraédrica (PC = 4 e PI = 0).
 - Piramidal (PC = 3 e PI = 1).
 - Angular (PC = 2 e PI = 2).

Passo 1: Acesse o site

https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Pesquise o termo “geometria molecular” e acesse a simulação.

Passo 2: Escolha as moléculas listadas na tabela ao lado.

Passo 3: Desenhe as estruturas no seu caderno, anotando o nome das suas respectivas geometrias, além de acrescentar os pares de elétrons livres do átomo central, nos casos em que houver necessidade

Passo 4: Acesse o site <https://molview.org/>.

Passo 5: Pesquise as mesmas moléculas, atentando para sua polaridade.

Moléculas	
BF₃	PCl ₅
CO₂	SO ₂
CH₄	XeF ₂
SF₆	H ₂ O
BrF₅	NH ₃

2.5.3 Roteiro do aluno

AULA 5 – Desenvolvendo Habilidades Visuoespaciais utilizando simulações.

Observe a tabela abaixo:

Moléculas	
BF ₃	PCl ₅
CO ₂	SO ₂
CH ₄	XeF ₂
SF ₆	H ₂ O
BrF ₅	NH ₃

Agora siga as orientações:

Passo 1: Acesse o site <https://molview.org/>.

Passo 2: Construa as moléculas listadas na tabela.

Passo 3: Desenhe as estruturas.

Passo 4: Acesse o site https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Pesquise o termo “geometria molecular” e acesse a simulação.

Passo 5: Pesquise as mesmas moléculas, agora anotando o nome das suas respectivas geometrias, além de acrescentar os pares de elétrons livres do átomo central, nos casos em que houver necessidade.

Ex1: BF₃

Ex2: CO₂

Ex3: CH₄

Ex4: SF_6

Ex7: SO_2

Ex5: BrF_5

Ex8: XeF_2

Ex6: PCl_5

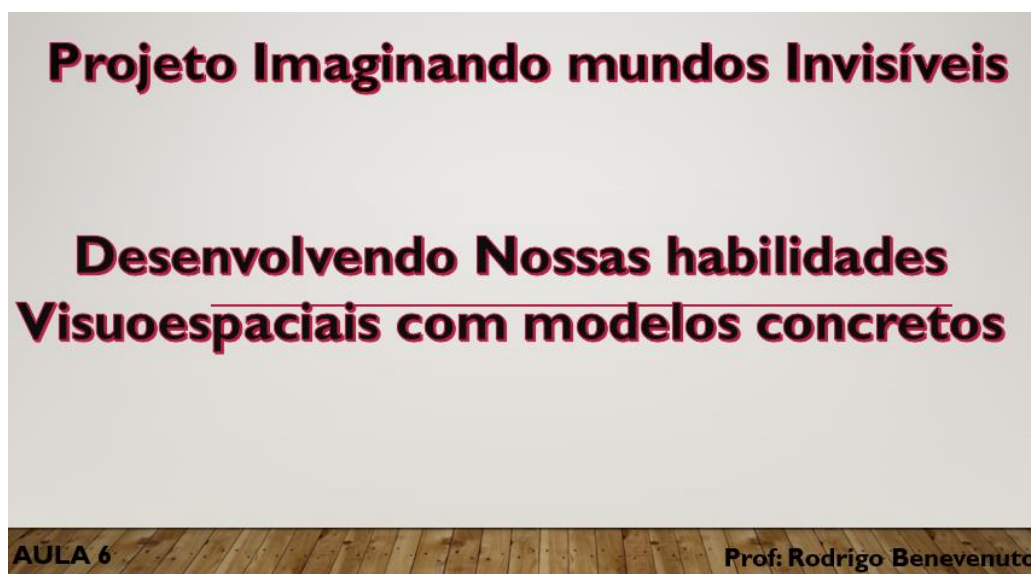
Ex9: H_2O

2.6 Sexto encontro: desenvolvendo habilidades visuoespaciais utilizando modelos concretos.

Na primeira parte deste encontro os alunos construíram seus próprios modelos moleculares. Ficou a critério de cada aluno confeccionar seu próprio modelo dentro de alguns parâmetros. Deveria haver um elemento que representasse os átomos e um outro elemento que fizesse a união entre eles simbolizando as ligações covalentes. Após a confecção de seus modelos os alunos realizaram a atividade presente no item 2.6.2.

Em seguida foram trabalhados alguns dos elementos de simetria com o objetivo de desenvolver a capacidade visuoespacial e percepção tridimensional dos aprendizes. Dentre os elementos de simetria foram trabalhados com os alunos o plano de reflexão e o eixo de rotação próprio. Esses conceitos são de simples compreensão quando trabalhados de forma adequada. A estratégia inicial foi mostrar a presença da simetria na natureza, e a partir disso extrapolar para sua presença nas moléculas. Em seguida, com o auxílio dos polígonos regulares, foi demonstrado o que são eixos de rotação e planos de reflexão e em seguida esses conceitos foram trabalhados em moléculas simples como NH_3 , H_2O e BF_3 .

2.6.1 Slides utilizados no sexto encontro



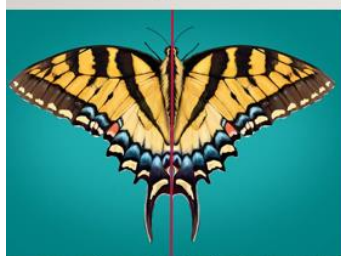
- Com o auxílio de:



- Utilizaremos um MODELO onde as jujubas irão representar os ÁTOMOS e os palitos as LIGAÇÕES COVALENTES.

SIMETRIA

- O que é simetria?
- A simetria é definida como tudo aquilo que pode ser dividido em partes, sendo que ambas as partes devem coincidir perfeitamente quando sobrepostas.



Assimétrica

SIMETRIA NA NATUREZA

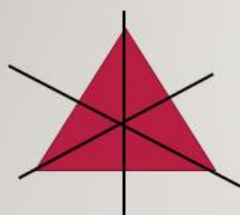


SIMETRIA E A QUÍMICA

- Muitas moléculas possuem elementos de simetria.
- Os principais elementos de simetria são:
 - Planos de reflexão.
 - Eixos de rotação.
- Ao aplicar uma operação de simetria na molécula, ela mantém uma estrutura equivalente.

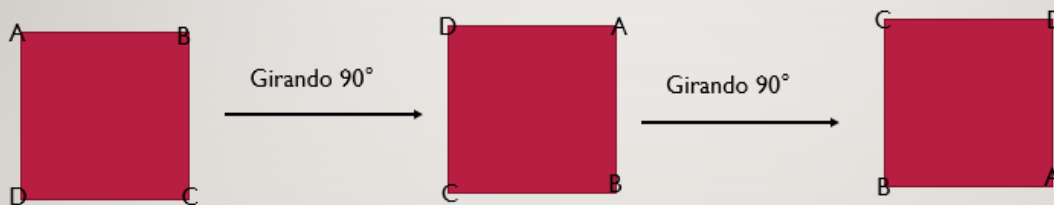
Plano de Reflexão

- Traçamos um plano imaginário de forma que haja reflexão especular sobre este plano.

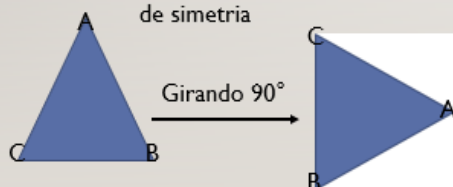


Eixo de rotação:

- Fazemos uma rotação em um determinado ângulo, tornando a molécula equivalente.

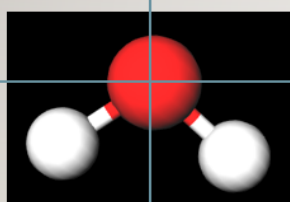


Não é uma operação de simetria



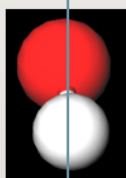
ELEMENTOS DE SIMETRIA DE ALGUMAS MOLÉCULAS

• Água (H_2O) - Angular



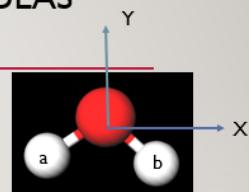
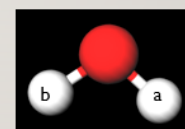
Plano de simetria

Não é um Plano de simetria



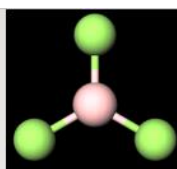
Plano de simetria

POSSUI 2 PLANOS DE REFLEXÃO

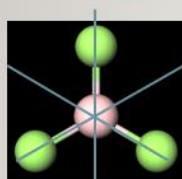
Giro de 180° (eixo Y)

POSSUI 1 EIXO DE ROTAÇÃO

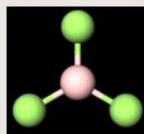
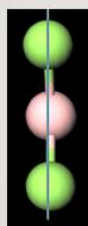
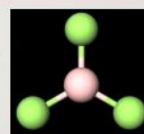
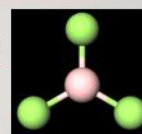
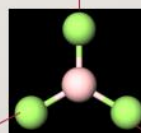
• Tifluoreto de boro BF_3



Trigonal Plana



POSSUI 4 PLANOS DE REFLEXÃO.

Giro de
 120° Giro de
 120° Giro de 180° Giro de 180° Giro de 180°

POSSUI 5 EIXOS DE ROTAÇÃO.

2.6.2 Roteiro do aluno

AULA 6 – Desenvolvendo Habilidades Visuoespaciais utilizando modelos concretos

Atividade 1: Com o auxílio das jujubas e palitos construa uma molécula octaédrica.

a) Quantos átomos esta molécula possui?

b) Quantas ligações químicas o átomo central está realizando?

c) Trata-se de uma exceção à regra do octeto? Justifique.

d) Caso haja a retirada de um átomo qualquer dessa estrutura, qual a geometria da molécula resultante?

e) Agora vamos supor que haja a retirada de mais um átomo, sendo que este não faz parte da base. Qual a geometria da molécula resultante? Quantas pares de elétrons compartilhados e isolados essa molécula possui?

Atividade 2: Com o auxílio das jujubas e palitos construa uma molécula tetraédrica.

a) Quantos átomos esta molécula possui?

b) Quantas ligações químicas o átomo central está realizando?

c) Trata-se de uma exceção a regra do octeto? Justifique.

d) Caso haja a retirada de um átomo qualquer dessa estrutura, qual a geometria da molécula resultante?

e) O íon amônio (NH_4^+) apresenta geometria tetraédrica, enquanto a amônia (NH_3) piramidal. Desenhe ambas a estruturas e faça uma breve discussão sobre o ângulo de ligação H-N-H.

Simetria e Assimetria

A **simetria** consiste na correspondência entre posição, forma, medida em relação a um eixo e outras características harmoniosas entre duas ou mais partes, já a **assimetria**, por sua vez, seria a ausência de simetria, ou seja, quando não há esta correspondência entre as partes, sendo desproporcionais ou não harmoniosas.

A simetria está presente na natureza, nas artes e é claro na química.

Operações de simetria

São operações tais como rotações, reflexões, entre outros que faremos nas moléculas. Caso a operação de simetria resulte em uma molécula equivalente diremos que ela possui um **elemento de simetria**.

Estudaremos três tipos de operações simetria:

- Plano de reflexão.
- Eixo de rotação.

Plano de Reflexão: Traçamos um plano imaginário sobre a molécula, de forma que haja reflexão sobre este plano.

Atividade 3: Construa com o auxílio das jujubas e palitos as moléculas de H_2O e BF_3 . Quantos planos de reflexão possui cada estrutura? Em quais eixos estão presentes estes planos?

Eixo de rotação: Fazemos uma rotação em um determinado ângulo, tornando a molécula equivalente.

Atividade 4: Construa com o auxílio das jujubas e palitos as moléculas de NH_3 e H_2O . Quais tipos de eixos de rotação cada estrutura possui?

2.7 Sétimo encontro: Aplicação da avaliação da aprendizagem (pós-teste)

Neste último encontro chega o momento de avaliar o nível de aprendizagem dos alunos em relação as habilidades relacionadas a geometria molecular através da avaliação da aprendizagem. Esse instrumento foi confeccionado visando fornecer elementos e indícios que levem a conclusão da ocorrência ou não de aprendizagem de cunho significativo. Ao total possui 5 atividades em ordem crescente de complexidade, permitindo ao docente verificar o nível de aprendizado de cada aluno.

AULA 7 – Avaliação da aprendizagem (Pós Teste)

Atividade 1: Reconhecendo e diferenciando figuras planas de tridimensionais.

Diversos objetos do nosso cotidiano apresentam formatos de polígonos e poliedros, como por exemplo o triângulo, tetraedro, quadrado, octaedro, pirâmide de base triangular, pentágono, cubo.

a) Desenhe os objetos em um dos grupos abaixo:

Formas Bidimensionais (planas)	Formas tridimensionais (não planas)
	

b) Cite semelhanças existentes entre o grupo das formas tridimensionais.

c) Agora vamos acrescentar mais duas formas, o círculo e a esfera. Acrescentem as na tabela.

d) Explique a diferença entre formas planas e tridimensionais

Atividade 2: Construção de figuras planas

a) Utilizando as jujubas e varetas construa 4 polígonos regulares distintos. Desenhe os mesmos no espaço abaixo com sua respectiva nomenclatura.



b) Qual o número de vértices de cada polígono?

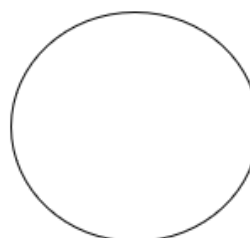
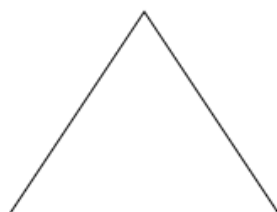
_____ : V: ____

_____ : V: ____

_____ : V: ____

_____ : V: ____

c) Encontre o centro de massa (baricentro) das figuras abaixo:



Atividade 3: Construção de figuras tridimensionais

a) A partir dos polígonos construídos na atividade 2, construa com o auxílio das jujubas e varetas os poliedros abaixo:

- Tetraedro;
- Pirâmide de base quadrada;
- Hexaedro;
- Octaedro;
- Prisma de base triangular.

b) Tomando como base os sólidos construídos, preencha a tabela abaixo:

Poliedros	Vértice	Aresta	Face
Tetraedro			
Pirâmide de base quadrada			
Hexaedro			
Octaedro			
Prisma de base triangular			

Atividade 4: Construção da geometria de moléculas com base no MRPECV.

Utilizando as jujubas para representar os átomos e os palitos de dente como as ligações químicas, construa as moléculas abaixo:

a) BF_3 - Trifluoreto de boro.

1	Quantos átomos possui essa molécula?	
2	Quantos elementos químicos diferentes possui?	
3	Qual átomo está no centro de massa?	
4	Quantas ligações o átomo central está fazendo?	
5	Trata-se de uma molécula plana ou tridimensional?	
6	Faça um esboço da geometria	
7	Qual o nome da geometria estabelecida?	
8	Obedece a regra do octeto?	

b) CO_2 – Dióxido de carbono.

1	Quantos átomos possui essa molécula?	
2	Quantos elementos químicos diferentes possui?	
3	Qual átomo está no centro de massa?	
4	Quantas ligações o átomo central está fazendo?	
5	Trata-se de uma molécula plana ou tridimensional?	
6	Faça um esboço da geometria	
7	Qual o nome da geometria estabelecida?	
8	Obedece a regra do octeto?	

c) CH₄ – Metano.

1	Quantos átomos possui essa molécula?	
2	Quantos elementos químicos diferentes possui?	
3	Qual átomo está no centro de massa?	
4	Quantas ligações o átomo central está fazendo?	
5	Trata-se de uma molécula plana ou tridimensional?	
6	Faça um esboço da geometria	
7	Qual o nome da geometria estabelecida?	
8	Obedece a regra do octeto?	

d) NH₃ – Amônia.

1	Quantos átomos possui essa molécula?	
2	Quantos elementos químicos diferentes possui?	
3	Qual átomo está no centro de massa?	
4	Quantas ligações o átomo central está fazendo?	
5	Trata-se de uma molécula plana ou tridimensional?	
6	Faça um esboço da geometria	
7	Qual o nome da geometria estabelecida?	
8	Obedece a regra do octeto?	

e) PCl_5 - Pentacloreto de fósforo.

1	Quantos átomos possui essa molécula?	
2	Quantos elementos químicos diferentes possui?	
3	Qual átomo está no centro de massa?	
4	Quantas ligações o átomo central está fazendo?	
5	Trata-se de uma molécula plana ou tridimensional?	
6	Faça um esboço da geometria	
7	Qual o nome da geometria estabelecida?	
8	Obedece a regra do octeto?	

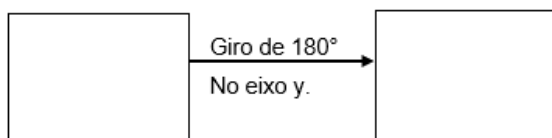
f) SF_6 – Hexafluoreto de enxofre.

1	Quantos átomos possui essa molécula?	
2	Quantos elementos químicos diferentes possui?	
3	Qual átomo está no centro de massa?	
4	Quantas ligações o átomo central está fazendo?	
5	Trata-se de uma molécula plana ou tridimensional?	
6	Faça um esboço da geometria	
7	Qual o nome da geometria estabelecida?	
8	Obedece a regra do octeto?	

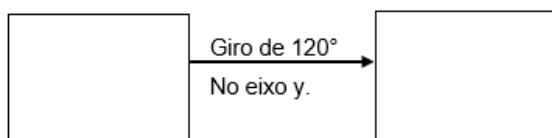
Atividade 5: Elementos de simetria

5.1 - Desenhe utilizando o modelo de bolas e varetas as moléculas listadas abaixo. Em seguida promova a operação de rotação em questão e verifique se esta é uma operação de simetria da molécula em questão:

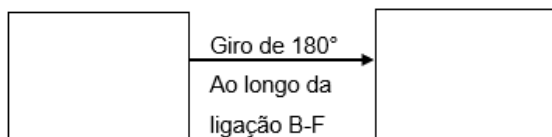
a) H_2O



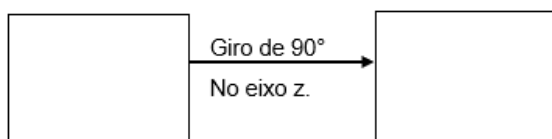
b) NH_3



c) BF_3



d) CO_2



5.2 – Escolha uma das moléculas da atividade anterior e mostre quantos e quais são seus planos de simetria.

5.3 – O que você achou desta oficina? Dê sua opinião sincera.

3 REFLEXÃO FINAL

Apesar de vivermos em um mundo tridimensional, a grande maioria dos conhecimentos lecionados em sala de aula são transmitidos por materiais que não promovem essa percepção, afetando diretamente o desenvolvimento da inteligência espacial, dificultando o aprendizado de conteúdos e disciplinas que necessitam dessa capacidade.

O ensino de geometria molecular é um desafio para os professores de química devido à falta de conhecimento prévio dos alunos em relação a elementos básicos da geometria, acarretando grandes dificuldades no processo de imaginar as moléculas em três dimensões.

O presente trabalho teve como principal objetivo a criação de uma sequência didática para o ensino de geometria molecular baseada na teoria da aprendizagem significativa, rompendo com o paradigma da memorização de nomenclaturas de arranjos espaciais.

Através de uma metodologia que prioriza a ativa participação do aprendiz foi possível o aprendizado dos conceitos básicos da geometria plana e espacial, desenvolvendo e aprimorando a inteligência espacial, possibilitando a visualização de estruturas pautadas no modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência.

A utilização de objetos de aprendizagem como simulações computacionais, associado a modelos moleculares físicos, auxilia na consolidação e compreensão dos arranjos tridimensionais das principais moléculas, enquanto de forma concomitante permite uma melhora na capacidade de visualização dessas estruturas.