

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Faculdade de Educação**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências**

Natália Imaculada Silva Canton

**A CONSTRUÇÃO DE MODELOS REPRESENTACIONAIS COMO PROPOSTA  
DIDÁTICA PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE GEOMETRIA MOLECULAR  
NA DISCIPLINA DE QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO.**

Belo Horizonte

2019

Natália Imaculada Silva Canton

**A CONSTRUÇÃO DE MODELOS REPRESENTACIONAIS COMO PROPOSTA  
DIDÁTICA PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE GEOMETRIA MOLECULAR  
NA DISCIPLINA DE QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO.**

**Versão final**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientador: Célio Silveira Júnior

Belo Horizonte

2019

C232c  
TCC

Canton, Natália Imaculada Silva, 1986-  
A construção de modelos representacionais como proposta didática para facilitar o aprendizado de geometria molecular na disciplina de química para o ensino médio [manuscrito] / Natália Imaculada Silva Canton. - Belo Horizonte, 2019.  
30 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Célio da Silveira Júnior.

Bibliografia: f. 30.

1. Educação. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio). 3. Modelos químicos -- Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Moléculas -- Modelos -- Estudo e ensino (Ensino médio). 5. Geometria molecular -- Estudo e ensino (Ensino médio).

I. Título. II. Silveira Júnior, Célio da. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD-540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)  
Bibliotecário: Ivair Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

**Dados de Identificação:**

ALUNO: NATÁLIA IMACULADA SILVA CANTON  
TÍTULO DO TRABALHO: A CONSTRUÇÃO DE MODELOS REPRESENTACIONAIS COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA FACILITAR O APRENDIZADO DA GEOMETRIA MOLECULAR NA DISCIPLINA DE QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO

**Banca Examinadora:**

Professor Orientador: Celio da Silveira Junior  
Professor Examinador: Tatiana Kristini Agostinho Munayer

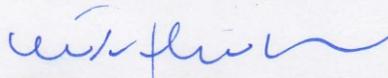
**Parecer:**

Aos 30 dias do mês de NOVEMBRO de 2019, reuniram-se na sala 4107 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) NATALIA IMACULADA SILVA CANTON.  
Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo: VIDE ANEXO.

Assim sendo, a banca considera o trabalho  aprovado  
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020  
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de NOVEMBRO de 2019

Assinatura da banca:



NOTA: 94

*Tatiana Kristini Agostinho Munayer*

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu maior mestre; meu esposo, pelo apoio e carinho; meu amado Lucas, por ter sido o maior motivo de minha vontade em finalizar o curso; à minha família (pais e irmãos), por serem exemplos; ao Célio, exímio orientador, por sua disponibilidade e à equipe do Colégio Alpha por todo incentivo durante a aplicação da intervenção.

## RESUMO

A geometria molecular é uma das matérias lecionadas no 1º ano do Ensino Médio de grande importância para o Ensino de Química. Ao longo de minha carreira como docente foi possível perceber uma dificuldade significativa na maioria dos alunos em compreender esse assunto. Por isso, o principal objetivo do presente estudo foi ensinar o conteúdo de geometria molecular de uma forma mais dinâmica e agradável, através da construção de modelos que foram elaborados pelos próprios alunos. Com a utilização desses modelos concretos representacionais, obtiveram-se indícios de um melhor aproveitamento no processo de ensino-aprendizagem. Através da sequência de aulas também foi possível perceber que as diferentes representações semióticas utilizadas contribuíram de forma positiva para os diferentes estudantes da turma, que aprendem também de formas diferentes.

**Palavras-chave:** ensino, química, geometria molecular.

## **ABSTRACT**

Molecular geometry is one of the greatest important subjects for chemistry teaching in the 1st year of high school. Throughout my career as a teacher, it was possible for me to notice a significant difficulty in most students while understanding this subject. Therefore, the main goal of this present study was to teach the content of molecular geometry in a more dynamic and pleasant way, through the construction of models that were elaborated by the students themselves. With the use of these concrete representational models, indications of a better use in the teaching-learning process were reached. Through classes, it was also possible to see that the different semiotic representations used contributed positively to different students in the class, who also learn in different ways.

**Keywords:** teaching, chemistry, molecular geometry.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	METODOLOGIA.....	10
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
3.1	Resgate de conteúdos importantes estudados no 9º ano e introdução do conteúdo teórico de ligações químicas.....	14
3.2	Continuação do conteúdo teórico de ligações químicas.....	15
3.3	Continuação do conteúdo teórico de ligações químicas.....	17
3.4	Conteúdo teórico de geometria molecular.....	19
3.5	Aula de Artes.....	23
3.6	Prova parcial 1.....	23
3.7	Aula de montagem dos modelos.....	24
3.8	Aula de apresentação dos trabalhos.....	25
4	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	30

## 1 INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

Das disciplinas ministradas na Educação Básica, a Química vem sendo citada pelos alunos como uma das mais complicadas. O processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina geralmente não é satisfatório por diversos fatores: deficiência na formação e baixos salários do professor, metodologia ultrapassada em sala de aula, poucas aulas experimentais e desinteresse dos alunos (SILVA, 2011). O autor ressalta que, atualmente, a sociedade vem se submetendo a diversas transformações e que o ensino não deve passar incólume a elas.

A geometria molecular é uma das matérias lecionadas no 1º ano do Ensino Médio de grande importância para o Ensino de Química: descreve o arranjo espacial do átomo central e dos átomos ligados diretamente a ele. Este pode assumir várias formas geométricas, dependendo dos átomos envolvidos. As principais classificações são: linear, angular, trigonal plana, tetraédrica e piramidal (LOYDE et.al., 2009). Silva (2016) destaca que esse conteúdo é importante, pois a geometria molecular é um parâmetro fundamental para a determinação das propriedades das substâncias, tais como polaridade, ponto de fusão e ebulição, e porque contribui para definirmos o tipo e intensidade de forças de atração intermoleculares. Esse tema é retomado em outros momentos da disciplina em questão, como por exemplo, em Química Orgânica. Ela é ensinada aos alunos logo após o conteúdo de ligações químicas.

Ao longo de minha carreira como docente foi possível perceber uma dificuldade significativa na maioria dos alunos em compreender esse assunto extremamente relevante para a continuidade do aprendizado na disciplina. Muitas vezes essa dificuldade se dá em virtude da necessidade de uma percepção tridimensional das moléculas que também se soma à não compreensão do estudo de ligação covalente. Silva (2016) enfatiza que:

Dentro da Química, o conteúdo sobre Ligações Químicas merece destaque, pois através da união dos diversos elementos, é possível obter milhares de substâncias com diferentes propriedades físicas e químicas. Essas propriedades das substâncias, tais como estado físico, ponto de fusão e

---

<sup>1</sup> Inclui Referenciais Teóricos

ebulição, entre outras estão relacionados em grande parte ao tipo de ligação química que seus átomos realizam na sua formação (SILVA, 2016, p.13).

Percebe-se, no entanto, que algumas vezes a dificuldade inicial é proveniente de deficiências no aprendizado de alguns conteúdos básicos, como: diferenciação de átomo, elemento, molécula, substâncias simples e compostas. Gagliardi (1988), citado por Lacerda et.al. (2012), ressalta que os conceitos de mistura, substância simples, substância composta e elemento químico são considerados estruturantes em Química. Em relação a esse aspecto, também se torna importante a contribuição de Oki (2002), que frisa a confusão conceitual que há entre substância simples e elemento químico, apontando-a como tendo um constituinte de origem histórica relacionada às diferentes visões macro e microscópica tomadas para a sua conceitualização.

Ao introduzir o conteúdo de geometria molecular, nota-se que os estudantes ficam desmotivados devido ao fato de, geralmente, as geometrias moleculares serem apresentadas a eles em forma de tabelas e com imagens bidimensionais, o que gera dificuldade na aprendizagem deste conteúdo.

Explicar a geometria molecular apenas de forma teórica e convencional não contribui para o aprendizado efetivo do conteúdo em questão, além de deixar os alunos desmotivados e desinteressados. A Química ainda é uma disciplina muito temida, talvez pelo nível de abstração exigido para a sua compreensão e/ou pela falta de associação com os acontecimentos do dia a dia (SILVA, 2016). Devido a isso, torna-se necessário o uso de analogias, de representações e a construção de modelos.

Neste trabalho, relata-se a experiência vivenciada com o planejamento, a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência de aulas na qual foi possível revisar conceitos importantes de Química que já haviam sido estudados e ensinar o conteúdo de geometria molecular de uma forma mais dinâmica e agradável, através da construção de modelos que foram elaborados pelos próprios alunos. Com a utilização desses modelos concretos representacionais, obtiveram-se indícios de um melhor aproveitamento no processo de ensino-aprendizagem. O impacto negativo que geralmente é observado nos estudantes quando esse conteúdo é trabalhado de forma convencional foi minimizado. Além disso, com aulas mais dinâmicas, propiciou-se aos

alunos um ambiente interativo e de construção conjunta dos conhecimentos.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no ano de 2019, em uma escola da rede particular de ensino da cidade de Sete Lagoas-MG, com alunos do 1º ano do Ensino Médio. A escola situa-se em um bairro muito bom da cidade, e grande parte dos alunos são de classe média, todos são muito bem-educados e solícitos. As aulas foram conduzidas por mim, professora de Química, e autora principal deste trabalho e, em determinado momento, pelo professor de Artes. Por isso, aqui, falarei em 1ª pessoa. Sou licenciada em Química há dez anos, e leciono na escola onde ocorreram as sequências de aula desde fevereiro de 2017. O Professor de Artes é formado em Artes Visuais. Concluiu o seu curso em 2017 e leciona na escola desde fevereiro de 2018. A proposta desenvolvida já fora executada em anos anteriores, porém, de forma menos elaborada, usando apenas bolinhas de isopor e palitos de dente para a construção dos modelos, e sem pensar na questão interdisciplinar. Nessas oportunidades, foi possível perceber uma grande animação nos alunos ao realizarem uma aula mais dinâmica. O que me motivou a aprofundar a pesquisa nesta área foi o fato de que, em 2018, uma aluna, após construir em sala os seus modelos com os materiais previamente determinados, ter se interessado pelo assunto e, na aula seguinte, levado para a escola todas as geometrias feitas com *biscuit*<sup>2</sup>. Também foi possível observar, naquele ano, um aprendizado significativo de toda a turma em relação ao conteúdo trabalhado.

De acordo com o planejamento inicial para a intervenção didática, seriam necessárias treze aulas de Química e duas de Artes, totalizando 675 minutos (45 minutos cada aula). Porém, foram suficientes onze aulas de Química e uma de Artes, totalizando 540 minutos.

Na primeira aula, o objetivo foi o de resgatar alguns conteúdos vistos no 9º ano do Ensino Fundamental II que são de grande importância para o êxito no aprendizado de ligações químicas e geometria molecular, como a compreensão dos conceitos de átomos, elemento químico, moléculas, e também a classificação das substâncias em simples e compostas. A intenção foi a de ouvir as concepções que os alunos trariam de forma a tentar sanar qualquer dúvida que os mesmos tivessem em relação a esses

---

<sup>2</sup>Biscuit: é um tipo de massa feita a partir da mistura de amido de milho, cola branca para porcelana fria, limão ou vinagre e vaselina.

conteúdos.

Em seguida foi introduzido o conteúdo de ligações químicas através de uma aula mais dinâmica. Para isso, foram usados modelos de moléculas construídos por mim com bolinhas de isopor e palitos de dente. Dessa forma, através de um ensino mais visual esperava-se uma interação mais significativa entre os alunos e entre alunos-professor. Neste momento, a atividade foi conduzida por mim na forma de demonstração: ao mesmo tempo em que realizei as atividades, a intenção foi a de ir conduzindo e mediando a discussão na medida em que eram fornecidos os elementos necessários para que os estudantes começassem a estruturar um pensamento químico mais coerente.

Após explicar o conteúdo de ligações químicas, foi introduzido o conteúdo teórico de geometria molecular. Para isso utilizei balões de aniversário de forma a demonstrar a repulsão dos pares eletrônicos. Neste momento da aula, através de uma demonstração investigativa, pretendeu-se que os alunos construíssem uma explicação para a seguinte pergunta: *Por qual motivo os balões se afastam o máximo possível como se um empurrasse o outro?* Após ouvir as respostas dos alunos, construí com eles uma conclusão para a pergunta que foi feita. Os balões foram utilizados para ajudar a explicar que os pares de elétrons que formam as ligações também se afastam ao máximo uns dos outros, pois se repelem mutuamente. Nesse contexto, os balões representam os pares de elétrons ao redor do átomo central. Devido à repulsão entre os elétrons, se houver dois pares de elétrons ao redor do átomo central, eles tenderão a ficar em lados opostos. Se forem três pares, eles terão as posições correspondente aos vértices de um triângulo equilátero. Se forem quatro, estarão direcionados para os vértices de um tetraedro. A figura 1 demonstra a disposição das nuvens eletrônicas utilizando-se da analogia com balões, da mesma forma que eu fiz a demonstração para os alunos.



Figura 1: Analogia entre balões e a disposição das nuvens eletrônicas

Fonte: <http://www.franciscobnascimento.com.br/conteudos/estrutura/vsepr> acesso em 02/05/2019 às 15:25h

As geometrias trabalhadas foram as expostas na tabela 1, visto que são as

mais importantes de serem estudadas neste nível de ensino.

<b>Geometria</b>	<b>Tipos</b>
Linear	$AX, AX_2, X_2$
Angular	$AX_2E^-, AX_22E^-$
Trigonal Plana	$AX_3$
Pirâmide trigonal (Piramidal)	$AX_3E^-$
Tetraédrica	$AX_4$

Tabela 1: Tipos de geometria molecular

Fonte: autora principal do trabalho

De acordo com a tabela 1 acima, “A” representa o elemento central, “X” são os elementos ligantes e “E” é o par de elétrons livres.

Nas duas seguintes aulas, após a aula teórica de geometria, pretendia-se dividir a turma em oito grupos. Isso para ser desenvolvida uma atividade de aplicação dos conteúdos estudados na aula teórica. Corrigiria a atividade e daria retorno aos alunos sobre como foi o aproveitamento deles. Mas, tendo em vista a necessidade de agilizar o conteúdo, devido à quantidade de matérias ainda pendentes para o cumprimento de toda a programação do primeiro semestre, essa atividade não foi realizada. O conteúdo foi cobrado na prova parcial 1 da turma, conforme calendário escolar. Na escola na qual foi aplicada a intervenção acontecem três provas por trimestre: a parcial 1, que é composta por questões abertas; a parcial 2 e a trimestral, ambas compostas por questões fechadas. A parcial 1 aconteceu em um momento oportuno, no qual a atividade proposta seria aplicada, ou seja, na mesma semana na qual seria aplicada a atividade, aconteceu a prova. Ela não aconteceu nas aulas de Química porque, nessa escola, as provas de determinada disciplina não são obrigatoriamente aplicadas pelo professor da mesma. A coordenação elabora um cronograma semanal de provas. Por isso, as duas aulas inicialmente previstas não foram necessárias.

Em seguida, com o auxílio do professor de Artes, os alunos discutiram sobre os tipos de materiais que eles poderiam utilizar para construir os seus modelos concretos de geometrias. A turma foi dividida em 5 grupos. A princípio eram previstas duas aulas de Artes para esta discussão, porém, uma aula foi suficiente. Na aula seguinte, tendo em vista a aula teórica, cada grupo montou a sua estrutura, ou seja, cada um levou para a aula os materiais necessários e previamente discutidos com os professores para representar os cinco tipos de geometria que foram estudados. Antes de iniciarem a atividade, foi feita uma análise junto comigo de modo que os alunos compreenderam que, em seus modelos, os átomos ligantes deveriam ser representados com cores diferentes das utilizadas para o átomo central.

Com as estruturas montadas, fiz um sorteio de modo que cada grupo saísse com um tipo de geometria a ser apresentada. Para a aula seguinte, os alunos fizeram um trabalho e o apresentaram para a classe. O objetivo deste trabalho foi o de que os alunos pesquisassem dois exemplos de moléculas que apresentassem a geometria sorteada, bem como as características e importância de cada uma.

Na aula posterior, o grupo apresentou para a classe o trabalho e os modelos construídos. Fiz perguntas específicas para cada integrante a fim de verificar se houve indícios de avanços na apropriação do conhecimento sobre os conteúdos conceituais estudados. As perguntas foram elaboradas oralmente por mim no momento da apresentação, porque dependiam de quais moléculas os alunos iriam pesquisar. Por exemplo: um dos grupos, que apresentou a geometria angular, deu como exemplo a molécula de água. Então, perguntei: “Essa substância é simples ou composta? Quantas ligações covalentes há nessa estrutura? Cite uma característica importante deste composto”.

De forma a especular sobre a eficiência da proposta do trabalho em facilitar a compreensão dos alunos sobre o tema, foram feitas várias análises. A principal fonte de dados para as análises foram as minhas observações. Anotei tudo o que aconteceu nas aulas em um diário, tomando nota, inclusive, do que se esperava e do que de fato aconteceu em cada momento. Também serviu como parâmetros a prova parcial 1, já referida acima. Utilizei como referencial de análise para esta pesquisa a análise textual discursiva (ATD). Segundo Moraes e Galiazzi (2006), a análise textual discursiva cria espaços de reconstrução de sentidos, envolvendo-se nisto diversificados elementos, especialmente a compreensão da produção de significados sobre os fenômenos investigados e a transformação do pesquisador. Na tabela abaixo encontra-se, de forma resumida, as etapas desta intervenção, a quantidade de aulas que foram previstas e as que, de fato, foram necessárias.

<b>Etapas</b>	<b>Atividades</b>	<b>Aulas previstas</b>	<b>Aulas necessárias</b>
1	Resgate de conteúdos importantes estudados no 9º ano	1	1
2	Explicação do conteúdo teórico de ligações químicas	4	4
3	Conteúdo teórico de geometria molecular	2	2
4	Atividade teórica <sup>3</sup>	2	0
5	Aula de artes: discussão sobre tipos de materiais para a construção dos modelos	2	1
6	Montagem das estruturas	2	2
7	Apresentação de trabalhos de modelos construídos	2	2

Tabela 2: Resumo das etapas da intervenção

Fonte: autora principal do trabalho

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na turma na qual apliquei a intervenção, as minhas aulas são em módulos, ou seja, são duas aulas de 45 minutos seguidas, totalizando 1h30min. Por isso os relatos aqui serão feitos sempre a partir da análise de duas aulas, com exceção da aula de Artes, que durou 45 minutos.

#### 3.1 Resgate de conteúdos importantes estudados no 9º ano e introdução do conteúdo teórico de ligações químicas

A primeira intenção da aula foi resgatar alguns conteúdos importantes para se introduzir o tema de ligações químicas. Nesta aula, conforme esperado, os alunos não apresentaram dúvidas e conseguiram revisar, com êxito, a diferença entre átomo, elemento, substância simples e composta. Coloquei no quadro alguns compostos e pedi que a turma fizesse a “leitura química” deles. Exemplo:  $\text{CO}_2$  – é uma molécula que possui dois elementos diferentes e três átomos no total; sendo um de carbono e dois de oxigênio. É uma substância composta porque é constituída por mais de um elemento químico.

A partir da revisão feita, iniciei a introdução ao conteúdo teórico de ligações químicas. Expliquei aos alunos que existem três tipos de ligações químicas, mas que o nosso foco seria a ligação covalente. Perguntei a eles: “por qual motivo os átomos se ligam”? E a maioria demonstrou interesse em responder, gerando, neste momento, um debate entre eles. Após ouvir alguns alunos fiz uma conclusão para a pergunta explicando que os átomos procuram estabelecer ligações com outros átomos para adquirir mais segurança ou estabilidade e que por meio dessas ligações formam-se as moléculas. E isso ocorre pelo abaixamento do nível de energia do sistema resultante em relação ao que se tinha anteriormente à ligação. Em seguida, discutimos rapidamente a ligação iônica, tomando como exemplo o NaCl. Neste momento foi necessário voltar um pouco em tabela periódica para fazer uma breve revisão. Posteriormente, iniciei sobre a ligação covalente demonstrando-a através de alguns

exemplos no quadro, conforme a figura 2, e também com bolinhas de isopor e palitos de dente. Exemplo:  $H_2$  – Fiz a estrutura no quadro e, em seguida, peguei duas bolinhas de isopor unidas por um palito demonstrando o compartilhamento de elétrons e a formação de uma ligação covalente simples. Também expliquei as fórmulas eletrônica, estrutural e molecular. Isso foi feito com  $CO_2$  e  $H_2O$ . Logo após, passei no quadro três estruturas para eles fazerem no caderno a fórmula eletrônica e estrutural:  $Br_2$ ,  $SiO_2$  e  $HF$ . Eu faria a correção, mas alguns alunos, demonstrando muito interesse na aula, pediram para ir até o quadro resolver. Eles fizeram e explicaram corretamente o exercício.

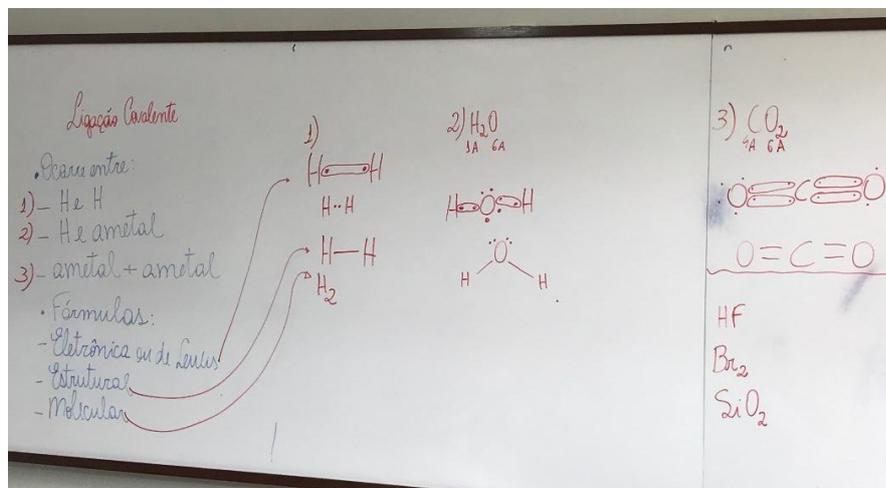


Figura 2: Introdução à ligação covalente  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

### 3.2 Continuação do conteúdo teórico de ligações químicas

Introduzi a aula revendo alguns pontos da aula anterior com as seguintes perguntas:

- “Pessoal, vocês se lembram qual o princípio básico da ligação covalente”? Daí, muitos alunos responderam corretamente: “compartilhamento de elétrons”.
- “Quais são os elementos que participam deste tipo de ligação”? Eles responderam: “H e H, H e ametal e ametal mais ametal”.

Em seguida, passei mais três moléculas no quadro ( $CH_4$ ,  $NH_3$  e  $O_2$ ) e pedi que fizessem a fórmula eletrônica e estrutural das mesmas para verificar se realmente até ali estavam compreendendo esses conteúdos.

Fui passando em cada carteira e percebi que alguns ainda não haviam

compreendido bem o conteúdo, como por exemplo, uma das alunas que desenhou de forma incorreta a fórmula estrutural, conforme a figura 3. Quando a questioneei, ela me disse que cada traço representava um elétron. Então, fui para o quadro e resolvi o exercício tentando explicar novamente o conteúdo (figura 4). O tempo todo os alunos me perguntavam se podiam desenhar as moléculas de qualquer jeito: retas, em forma de triângulos, quadradas. E eu esclareci que naquele momento o objetivo não era relacionado à geometria. Ao perceber que durante a correção a participação foi grande, aproveitei para falar sobre ligações “sigma e Pi”.

Após esse momento, os indaguei perguntando: “pessoal, e se um átomo estabilizar e outro ficar ainda deficiente de elétrons”? Neste momento, gerou muita conversa na sala, então pedi que levantasse a mão quem quisesse falar. Uma das respostas me chamou atenção quando o aluno disse: “um não pode emprestar para outro? Igual amigos? Se eu tenho uma coisa que meu colega não tem, eu empresto”. Então expliquei a ligação coordenada ou dativa. Importante ressaltar que o termo “dativa” já não é mais recomendado pela IUPAC<sup>3</sup>, porém, precisei citar porque estava na apostila deles. Expliquei com a molécula de  $O_3$  e, em seguida, passei mais três para eles fazerem a fórmula eletrônica e estrutural:  $CO$ ,  $SO_2$  e  $SO_3$ . Muitos já me pediam se podiam ir resolver no quadro, demonstrando interesse pelo conteúdo. Foi possível perceber que a turma, de forma geral, entendeu essa parte da matéria através da resolução correta, conforme figura 5, que mostra o desenvolvimento de uma aluna. Ela ficou em dúvida apenas em como representar a seta da ligação coordenada (de qual elemento para qual elemento).

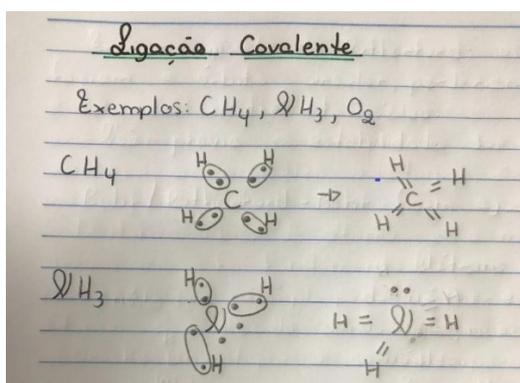


Figura 3: Representação de uma aluna  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

<sup>3</sup> IUPAC é a sigla de International Union of Pure and Applied Chemistry, ou, em Português, União Internacional da Química Pura e Aplicada. A IUPAC é uma organização que foi criada com o objetivo, dentre outros, de cuidar das nomenclaturas oficiais relacionadas à Química.

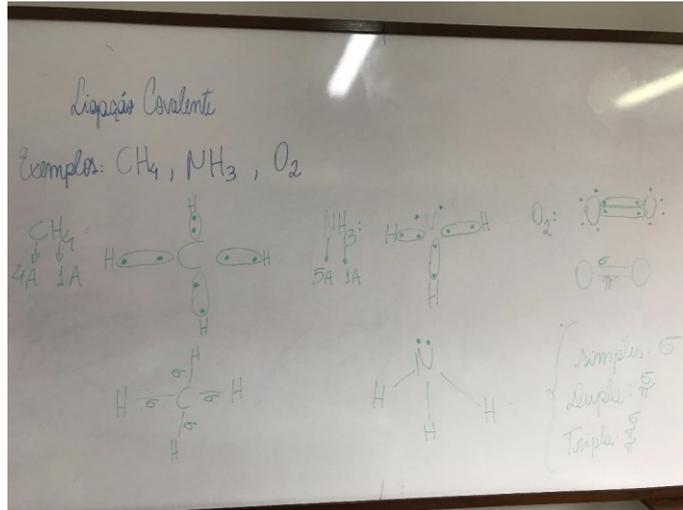


Figura 4: Resolução de exercício  
 Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

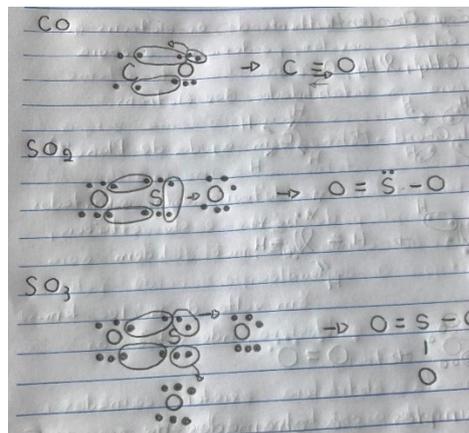


Figura 5: Exercício de uma aluna  
 Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

### 3.3 Continuação do conteúdo teórico de ligações químicas

Para finalizar o conteúdo de ligação covalente, nessas duas aulas conversamos sobre as exceções à teoria do octeto (figura 6). Coloquei o tema no quadro e perguntei aos alunos sobre o que eles achavam que aconteceria com alguns elementos. Muitos responderam corretamente: “professora, significa que têm elementos que podem se estabilizar com mais de oito elétrons?” Percebi uma empolgação dos mesmos em participar da aula, mas eles se referiam apenas à expansão do octeto. Nenhum aluno se referiu a átomos que se estabilizam com menos. Partindo daí, expliquei por qual motivo temos elementos que sofrem expansão e também contração em relação à

explicação geral dada pela teoria. Como dever de casa, pedi que pesquisassem mais sobre isso. Após minha explicação, passei alguns exemplos no quadro para que eles fizessem no caderno e os pedi que fossem me mostrando à medida que terminassem. Disse que eles podiam fazer a atividade em dupla de forma que um fosse explicando ao outro possíveis dúvidas. A resolução de uma aluna (figura 7) me chamou atenção e percebi que alguns ainda não haviam compreendido bem a fórmula estrutural. Voltei para o quadro e expliquei novamente a fórmula estrutural. Em seguida, iria resolver os exemplos no quadro, entretanto, mais uma vez percebi a empolgação dos alunos ao me pedirem que eles mesmos resolvessem. Selecionei quatro, e o resultado foi obtido com êxito, conforme resolução demonstrada na figura 8.

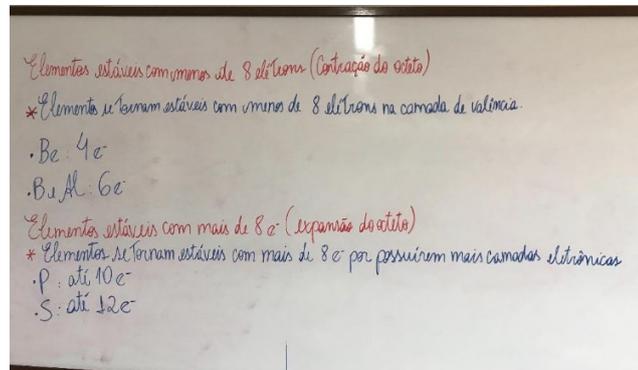


Figura 6: Resumo das aulas 5 e 6  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

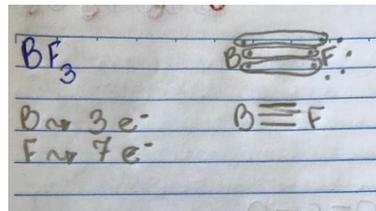


Figura 7: Resolução em que percebi que alguns ainda não haviam compreendido bem a fórmula estrutural

Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

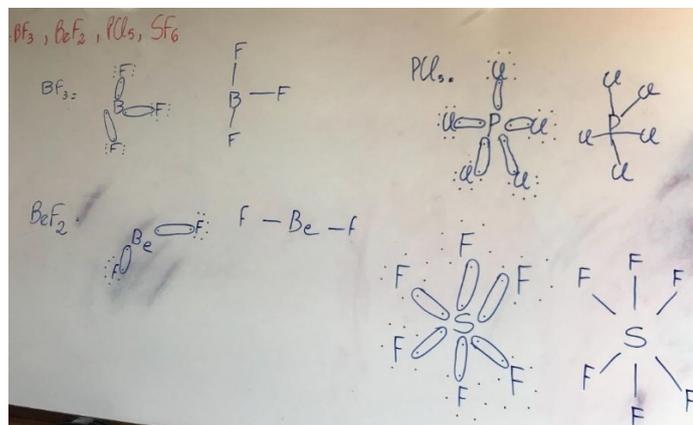


Figura 8: Resolução feita pelos alunos  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

### 3.4 Conteúdo teórico de geometria molecular

Nesta aula estudei com os meus alunos a parte teórica de geometria molecular. Inicialmente, perguntei a eles: Pessoal, o que vocês entendem apenas por este tema? Muitos responderam que tinha a ver com a matemática. Um dos alunos disse: “Professora, se é geometria, então as moléculas adquirem forma de triângulo, quadrado e outras formas geométricas quando se ligam.” Em seguida, eu disse a eles que para estudarmos a geometria, precisaríamos entender sobre a Teoria de repulsão dos pares eletrônicos. Disse que, os pares de elétrons, ligantes ou não, guardam entre si a maior distância possível, garantindo a menor repulsão e o máximo de estabilidade da molécula. Para explicar, utilizei uma analogia bastante simples para visualizar a repulsão entre as nuvens eletrônicas utilizando balões de aniversário (figura 9). Com dois balões em mãos, fiz duas perguntas: 1) “Pessoal, o que acontece se eu amarrar esses dois balões pelas pontas”? Um aluno disse: “eles vão adquirir ângulo de  $180^\circ$  e vão ficar em linha reta”. 2) “O que representam os balões em uma molécula”? “Os elétrons ligantes”: respondeu prontamente uma aluna. Daí eu acrescentei: “devemos considerar cada nuvem eletrônica como se fosse um balão. E que essa nuvem eletrônica pode ser uma ligação simples, dupla, tripla ou um par de elétrons não ligantes”. Dando continuidade, concluí com eles que, quando houver duas nuvens de elétrons ao redor do átomo central, ambas sofrerão repulsão e a disposição das nuvens, neste caso, será chamada de linear. Dando sequência, coloquei mais um balão, demonstrando a disposição trigonal plana e, para finalizar, peguei mais um balão demonstrando a tetraédrica. Então perguntei: “Por qual motivo os balões se afastam o máximo possível como se um empurrasse o outro”? Um aluno disse: “Isso também acontece com as moléculas. Acho que é para adquirir estabilidade. Equilibrar”. Então, concluí: “O mesmo que aconteceu com os balões, ocorre com as nuvens eletrônicas dos átomos que os afastam para que adquiram a disposição espacial mais estável. Certo pessoal”? Até então, todos demonstraram que haviam entendido o assunto.



Figura 9: Repulsão entre as nuvens eletrônicas utilizando balões de aniversário.

Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

Um modelo de ligações químicas busca explicar esse comportamento das substâncias estudadas a partir das propriedades apresentadas por essas substâncias. Porém, não se tem absoluta certeza de que isso ocorre de fato, desse jeito. Por isso é importante ressaltar que um modelo é uma representação da realidade a partir de propriedades medidas, e não a realidade propriamente dita.

Dando sequência na aula, passei para a parte dos tipos de geometria. E expliquei um passo a passo que fica mais fácil para compreender o assunto: para determinar a geometria de uma molécula, basta fazer o seguinte:

- 1) Escreva a fórmula eletrônica de Lewis e determine qual é o átomo central. Os pares de elétrons compartilhados e disponíveis devem ficar o mais distante possível uns dos outros;
- 2) Verifique quantas nuvens eletrônicas a molécula possui e, com isso, qual é a geometria da molécula.

Ressaltei que essa determinação não é realizada para moléculas diatômicas, aquelas formadas somente por dois átomos, como por exemplo: HCl, HBr, H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, porque toda molécula diatômica é linear (ângulo de 180°).

Coloquei alguns exemplos no quadro (Figura 10) de forma a representar cada geometria, conforme a tabela 1, sugerida na metodologia:

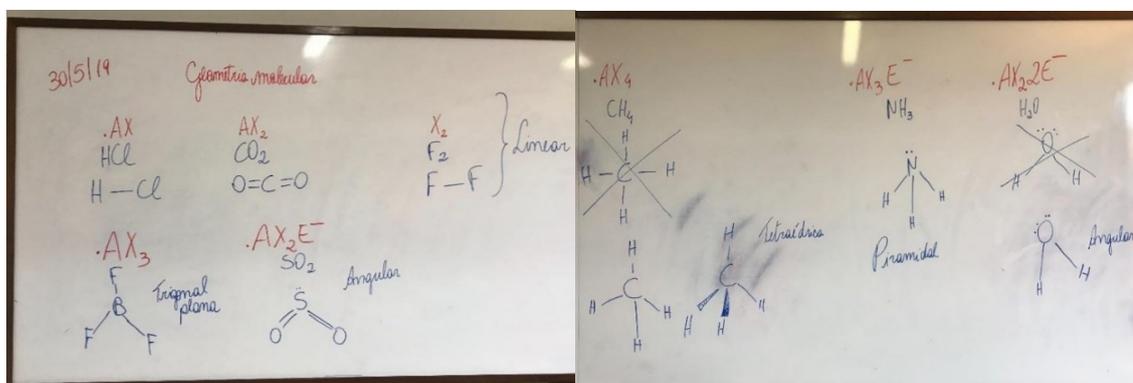


Figura 10: exemplos que coloquei no quadro de forma a representar cada geometria

Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

Fui explicando cada exemplo em consonância com uma tabela disponível na

apostila didática (Figura 11), material utilizado na escola onde trabalho.

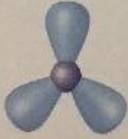
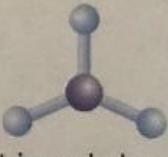
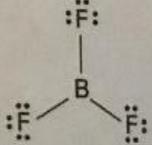
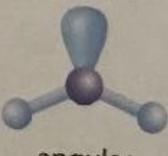
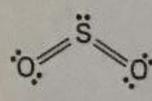
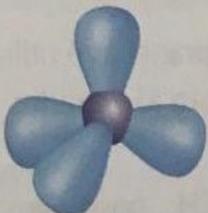
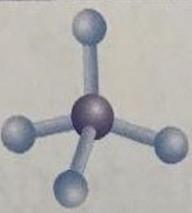
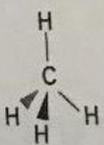
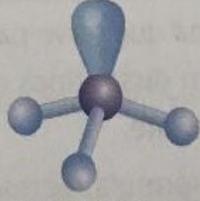
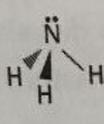
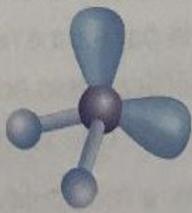
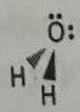
Nuvens eletrônicas	Disposição das nuvens eletrônicas	Ligações	Pares de elétrons livres	Geometria da molécula	Exemplo
2	 linear	2	0	 linear	$\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$
Nuvens eletrônicas	Disposição das nuvens eletrônicas	Ligações	Pares de elétrons livres	Geometria da molécula	Exemplos
3	 trigonal planar	3	0	 trigonal plana	
		2	1	 angular	
Nuvens eletrônicas	Disposição das nuvens eletrônicas	Ligações	Pares de elétrons livres	Geometria da molécula	Exemplos
4	 tetraédrica	4	0	 tetraédrica	
		3	1	 pirâmide trigonal	
		2	2	 angular	

Figura 11: Tabelas retiradas do material didático utilizado na escola  
Fonte: material didático utilizado pelos estudantes

Algumas considerações:

- Sobre a tabela do livro didático foi importante destacar que cada nuvem eletrônica não ligante, ilustrada por um “balão”, repele outras nuvens ligantes ou não ligantes. Isso explica a geometria trigonal e tetraédrica de compostos com três átomos.

- No início da explicação da tabela, percebi muitos alunos com dúvida na diferença entre disposição das nuvens eletrônicas e geometria da molécula. Porém, à medida que fui interagindo com eles sobre a matéria, as dúvidas foram sendo minimizadas.

- Expliquei que as moléculas de  $\text{CO}_2$  possuem duas nuvens eletrônicas ligantes; as do  $\text{BF}_3$ , possuem três e as do  $\text{SO}_2$ , apresentam nuvens em que somente duas delas são ligantes.

- A água é um exemplo de molécula que possui geometria angular porque o átomo central (oxigênio) tem dois pares de elétrons não ligantes.

- Dos exemplos que passei no quadro, duas fórmulas estruturais foram assinaladas com “X” (figura 10), indicando a forma incorreta de representar as moléculas e ressaltando para os alunos que, de agora em diante, eles precisariam representar a geometria correta.

Para finalizar a aula, pedi que os alunos fizessem a fórmula estrutural com a geometria correta de algumas moléculas, conforme figura 12, e passei como dever de casa que eles pesquisassem sobre os ângulos de cada geometria.

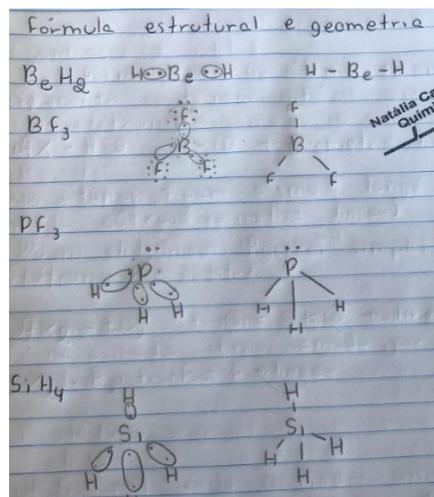


Figura 12: Atividade passada para os alunos.  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

### 3.5 Aula de Artes

Com o auxílio do professor de Artes, foi possível discutir sobre os tipos de materiais que eles poderiam utilizar para construir os modelos concretos de geometrias. O professor apresentou aos alunos algumas sugestões e, com isso, eles também foram tendo ideias de como representar os átomos e as moléculas. Algumas sugestões foram: argila, papel machê, massa caseira, dentre outros. Em seguida, fiz uma análise com os alunos para que compreendessem que, em cada molécula, os átomos ligantes devem ter cores diferentes do átomo central e que os pares de elétrons livres também devem ser representados. Também ressaltei para eles que as cores que iriam escolher eram meramente representativas, e que não indicavam, de fato, as cores que esses átomos apresentam. Em seguida, a sala foi dividida em 5 grupos para que os alunos trocassem ideias de como fariam os modelos.

### 3.6 Prova parcial 1

Através dos resultados obtidos na prova, constatei que alguns alunos ainda apresentavam dúvidas no conteúdo de ligação covalente e geometria, matérias que foram cobradas. De uma forma geral, percebi uma confusão entre a geometria trigonal plana e piramidal trigonal. Uma das questões da prova pedia a geometria do  $\text{PH}_3$ , e uma boa quantidade de alunos optou, erroneamente, pela trigonal plana, sendo piramidal a correta. A figura 13 mostra a resposta de uma aluna.

Ao comentar a prova com os alunos, percebi que tal equívoco aconteceu porque os alunos não prestaram atenção ao fato de que o fósforo (P), pertence ao grupo 15 e que, dessa forma, possuem 5 elétrons na última camada. Desse modo, no átomo central há um par de elétrons livres e três ligantes iguais. Os alunos desconsideraram o par de elétrons livres.

A prova apresentou quatro questões, com valor total de quatro pontos. De forma geral, a turma obteve um bom desempenho. Nenhum aluno tirou total ou zero. A média ficou em torno de três pontos.

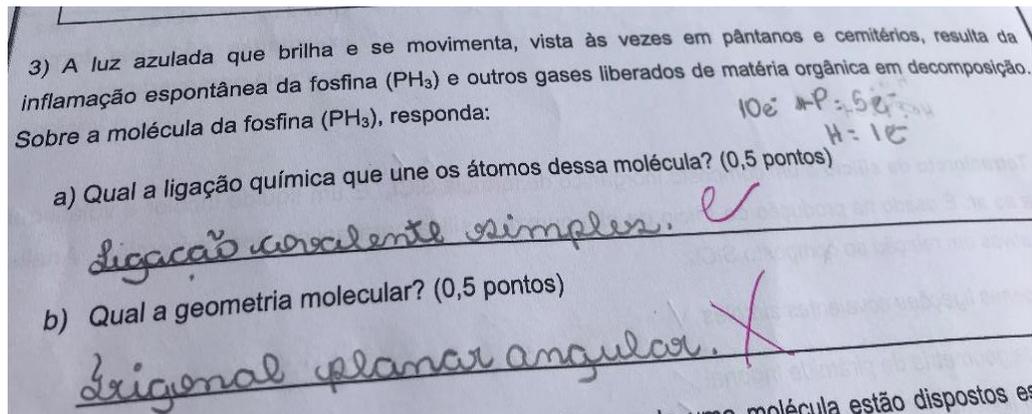


Figura 13: Resposta de uma aluna  
 Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

### 3.7 Aula de montagem dos modelos

Os alunos estavam bem empolgados para essa aula. Levaram os materiais escolhidos, ficaram compeetrados e, ao mesmo tempo, à vontade durante a montagem. Dentre os materiais escolhidos pelos grupos, havia: massa caseira, massinha de papelaria, bolas de isopor e massa de *biscuit*. Optei por realizar essa aula em um espaço da escola fora da sala de aula. Um ambiente gramado, que tem vista para uma lagoa. Foi uma aula bem dinâmica e prazerosa.

Durante a montagem a dúvida apresentada por um dos grupos foi a de como representar o(s) par(es) de elétrons livres. Um aluno questionou: “Professora, temos sempre que representar os dois elétrons livres ou podemos, por exemplo, colocar um único palito de forma a representá-los”? O que o aluno queria saber era se em uma bolinha de isopor, por exemplo, que representaria o átomo central, teria que colocar dois palitos para representar o par de elétrons livres (cada um representando um elétron). Ou se seria necessário apenas um palito (já indicando que esse um palito significava um par de elétrons). Ou seja, a dúvida era se um par teria que ser representado por dois palitos ou poderia ser representado por um só.

Chamei todos os alunos para um debate sobre esse ponto e expliquei que da forma como representassem estaria correto. O importante seria que, na hora da apresentação, eles explicassem o que é que estava representando, em determinado modelo, esse par (um palito, dois, uma massa de cor diferente...).

A figura 14 mostra a montagem dos modelos.



Figura 14: Montagem dos modelos.

Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

### 3.8 Aula de apresentação dos trabalhos

Nesta aula os grupos levaram e mostraram os modelos representacionais prontos, com a geometria sorteada para cada um deles, bem como falaram sobre suas principais características. Nem todos os grupos cumpriram com êxito o que foi combinado. Dois grupos apresentaram as características de apenas uma substância e outro apenas citou exemplos de substâncias, mas não descreveu as características. De forma exemplificativa, irei relatar a apresentação de dois desses grupos, descrevendo o que foi dito em relação a uma das substâncias.

- 1) O grupo que apresentou sobre a geometria linear, citou como exemplo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Ressaltaram que esse composto é um gás incolor e inodoro, que em alta concentração na atmosfera é um dos principais gases formadores do efeito estufa. Perguntei a eles se esse gás é uma substância simples ou composta e eles responderam corretamente que é composta. Analisando a estrutura que apresentaram, perguntei qual o tipo de ligação representava cada palito. Prontamente eles responderam que era uma ligação covalente dupla. Completaram que tal geometria não apresenta par de elétrons livres e que o ângulo formado é de  $180^\circ$ . Esse grupo apresentou as características de apenas uma substância. Disseram que um dos integrantes ficou de pesquisar sobre um outro composto, mas que não o fez.

A figura 15 mostra os modelos representacionais do grupo. A geometria linear está representada pela estrutura que apresenta uma bolinha amarela e duas roxas.

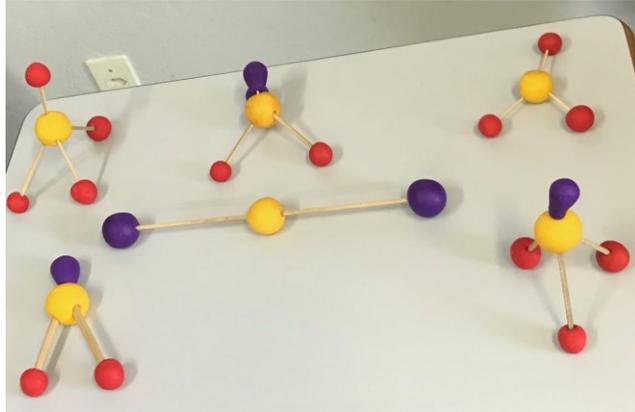


Figura 15: Modelos representacionais de um dos grupos.  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

- 2) O grupo que apresentou sobre a geometria trigonal plana citou como exemplos o  $\text{BF}_3$  e o  $\text{SO}_3$ . Em relação ao Trifluoreto de Boro ( $\text{BF}_3$ ), disseram que o elemento químico Boro não têm elétrons “sobrando” no seu redor e que ele é uma exceção à regra do octeto pois fica estável com apenas 6 elétrons. É muito usado como reagente em química orgânica, como catalisador em algumas reações, e também em detectores sensíveis de nêutrons em câmaras de ionização e aparelhos para monitorar níveis de radiação na atmosfera terrestre. Perguntei sobre o ângulo e o grupo respondeu corretamente que era de  $120^\circ$ . Na figura 16, os modelos deste grupo. A geometria trigonal plana está representada pela estrutura que apresenta uma bolinha azul e três douradas.

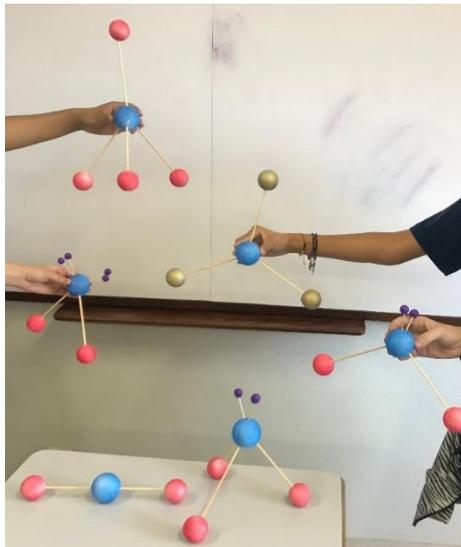


Figura 16: Modelos do grupo que apresentou a geometria trigonal  
Fonte: arquivo pessoal da autora principal do trabalho

Ao final das apresentações perguntei para a classe o que eles acharam da sequência de aulas. Se a montagem dos modelos contribuiu ou não para o aprendizado. Todos relataram terem gostado dessas aulas “diferentes” e que “ver” a

estrutura contribuiu muito para o aprendizado.

## 4 CONCLUSÃO

Muitos alunos veem a disciplina de Química como algo distante porque muitas vezes o professor a ensina através apenas da memorização de conceitos complexos que, por sua vez, não estimulam a desenvolver a devida reflexão sobre o conteúdo.

O ensino de química em geral é tradicional, caracterizado pela memorização e repetição de nomes, fórmulas e cálculos não relacionados com o dia-a-dia do educando e fora da realidade em que se encontram, sendo apresentada de forma descontextualizada tornando-se uma matéria maçante e monótona gerando um questionamento pelos alunos porque é ensinada. (MENEZES, 2011, p. 1)

Este cenário das aulas aplicadas por mim no desenvolver da intervenção didática propiciou-me evoluir em metodologias e estratégias que contribuíram para o desenvolvimento e aprendizagem dos alunos. Percebi que, desde o início, quando os comuniquei que participariam de minha pesquisa, eles ficaram eufóricos e empolgados com as aulas que teriam pela frente. Porém, percebi um certo medo nos alunos por não saberem o que a pesquisa iria exigir deles.

Considero que o método de demonstração investigativa, por exemplo, possibilitou uma aula mais atrativa e participativa. Ao abordar conceitos como modelos de repulsão de pares de elétrons através dos balões, percebi que foi possível contribuir de forma eficaz e satisfatória com o aprendizado dos alunos. Miranda e Torres (2018) enfatizam que o ensino de Ciências por metodologia investigativa tem sido uma alternativa didática para a aprendizagem dos alunos, visto que possibilita ao professor diversificar sua prática no cotidiano escolar, visando dinamizar as aulas e desenvolver habilidades e competências nos alunos.

No trabalho realizado por Palheta Júnior et.al. (2017), cujo objetivo foi produzir um kit molecular como estratégia didática para o ensino de Química, os autores concluíram que o uso de ferramentas como esta são viáveis e eficazes para facilitar o ensino e aprendizagem dos conteúdos, pois sua utilização pode auxiliar o professor a realizar a transposição didática mais próxima da realidade visual dos alunos. Os modelos moleculares tornam visível no espaço o assunto imaginário do livro,

facilitando, desta forma, a compreensão. Na intervenção didática realizada por mim, também tive a mesma percepção que os autores acima citados. Percebi que o ensino precisa ser transformado em uma linguagem mais adequada para os estudantes e que, no caso do estudo de geometria, o significado visual se faz muito importante.

Não tenho dúvidas de que as aulas ficaram muito mais empolgantes com a aplicação desta intervenção e que, para os alunos, conforme eles mesmos falaram, o aprendizado foi bem mais agradável e significativo. No entanto, é necessário um planejamento minucioso, visto que, para realizar aulas mais dinâmicas, muitas vezes torna-se preciso gastar mais tempo em um determinado conteúdo. Dessa forma, o docente deve estar atento para que não haja atraso no conteúdo programático previsto.

Também percebi que, com esta abordagem, o resultado no aprendizado foi positivo e alcançou muitos alunos porque foi possível atingir quem tem facilidade em aprender de forma auditiva, visual e cinestésica, a partir da utilização de variadas representações semióticas.

Como sugestão, acredito ser interessante incluir nas montagens das estruturas dos modelos representacionais a questão relacionada ao tamanho simbólico dos átomos, ou seja, que os alunos demonstrem, através de tamanhos diferentes de bolinhas, que os átomos não são todos do mesmo tamanho.

## REFERÊNCIAS

LACERDA, Cristiana de Castro., CAMPOS, Ângela Fernandes Campos., MARCELINO-JR, Cristiano de Almeida Cardoso. **Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema.** QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, Vol. 34, N° 2, p. 75-82, MAIO 2012.

LOYDE, Paula., PEDER, Jeniffer., PASSOS, Adriana Quimentão., BARIN, Cláudia. **O ensino de geometria e a geometria molecular.** 1º CPEQUI – 1º CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, 2009.

MENEZES, Sabrina Lima Murussi et al; XVI Seminário Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. **O jogo Lúdico como ferramenta complementar no Ensino de Química,** 2011.

MIRANDA, E., TORRES, F.S. **Uso de aulas práticas investigativas na consolidação da aprendizagem e vivência do método científico – uma abordagem sobre grupos sanguíneos do sistema ABO.** Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação CECIMG/ FaE. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.4.

MORAES, Roque., GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces.** Ciência & Educação, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

OKI, M.C.M. **O conceito de elemento da antiguidade à modernidade.** *Química Nova na Escola*, n. 16, 2002.

PALHETA JÚNIOR, A.R. (UEPA); BARROS, D.J.P. (UEPA); COSTA, W.C.L. (UEPA); BARROS, D.M.B. (UEPA); SILVA, A.S. (UEPA); SOUSA, R.F. (UEPA). **Kit molecular como estratégia didática para o ensino de Química: geometria molecular.** Disponível em: [www.abq.org.br/simpequi/2017/trabalhos/90/10805-20554.html](http://www.abq.org.br/simpequi/2017/trabalhos/90/10805-20554.html) acesso em: 26/6/2019 as 19:27h.

SILVA, Airton Marques da. **Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente.** Universidade Estadual do Ceará, Universidade Federal do Ceará e Academia Cearense de Química. RQI - 2º trimestre 2011.

SILVA, Ana Paula Medeiros. **Geometria Molecular: elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática envolvendo o lúdico.** Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.