



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROF. ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**ORIGAMI: UMA PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA
PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR E SÓLIDOS IÔNICOS.**

DAVID CUNHA ALMEIDA E DEYVISSON DA MOTA SANTOS

ITABAIANA-SE

2013

David Cunha Almeida e Deyvisson da Mota Santos.

**ORIGAMI: UMA PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA
PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR E SÓLIDOS IÔNICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Química do Campus Alberto Carvalho
da Universidade Federal de Sergipe
como parte dos requisitos para
aprovação da disciplina Pesquisa em
Ensino de Química II.

Orientador: Prof. Dr. Juvenal Carolino da Silva Filho.

ITABAIANA-SE

2013

RESUMO

O ensino de química está rodeado por várias dificuldades em relação ao processo de ensino-aprendizagem, dentre elas algumas são perceptíveis no ensino de geometria molecular e sólidos iônicos. Uma vez que este conteúdo precisa por parte dos alunos de um nível de abstração, dificultando assim sua compreensão. Desta forma a técnica de Origami pode ser utilizada com o intuito de suprir tais dificuldades encontradas pelos docentes na abordagem do conteúdo de geometria molecular e sólidos iônicos. Este trabalho tem a proposta de mostrar como confeccionar algumas estruturas geométricas utilizando a técnica de Origamis, representando a geometria espacial de algumas moléculas e sólidos iônicos, tais como, tetraédrica, cúbica e octaédrica. Essas estruturas podem ajudar na visualização espacial do aluno e a confecção dos Origamis além de ser uma técnica de fácil reprodutibilidade, também possui baixo custo e de fácil aplicação, pois necessita somente de papel e habilidade para realização das dobraduras.

Palavras-chave: Geometria Molecular, Técnica de Origamis, Confeção de estruturas, sólidos iônicos.

ABSTRACT

The teaching of chemistry is surrounded by several difficulties in relation to the process of teaching and learning, among these difficulties some of them are noticeable in teaching molecular geometry and ionic solids. Once this content needs from the students a level of abstraction that makes this content present difficulties in understanding. Thus the technique of Origami can be used in order to overcome such difficulties encountered by teachers in addressing the content of ionic solids and molecular geometry. With this work has proposed to fabricate show some geometric structures using the technique of Origamis that can represent the spatial geometry of some molecules and ionic solids, such as tetrahedral, cubic, and octahedral. These structures can assist the student in spatial visualization and making of Origami and is a highly reproducible technique, also has low cost and easy to use, it requires only paper and ability to perform the folding.

Keywords: Molecular Geometry, Technical Origamis, Sewing structures, ionic solids.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
2.1	História dos Origamis.....	11
2.2	Origamis na Educação.....	12
3	METODOLOGIA.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1	Tetraedro	18
4.2	Octaédrico	21
4.3	Octaédrico Esquelético	24
4.4	Sólidos Iônicos.....	25
5	CONCLUSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

As competências gerais a serem desenvolvidas para o estudo na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, dizem respeito aos domínios da representação e comunicação. O estudo da química como toda ciência, pode trazer uma transposição entre diferentes formas de representação, com busca de informações, relações com aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e culturas contemporâneas (BRASIL, 1999).

É importante também salientar a necessidade do aluno de ler e saber interpretar informações e dados apresentados através de diferentes linguagens ou formas de representação, tais como símbolos, fórmulas, equações químicas, tabelas, gráficos, esquemas e equações (BRASIL, 1999). No ensino de certos conteúdos de química é importante que o aluno possua a capacidade de visualização de estruturas em três dimensões como no caso do ensino de geometria molecular na química.

A visualização de estruturas moleculares no espaço ou em três dimensões é uma tarefa difícil de ser abstraída pelos alunos. Consequentemente, o ensino deste conteúdo é uma árdua tarefa para professores tanto do Ensino Médio (EM) como do Ensino Superior (ES). A teoria mais usada para ensinar o conteúdo de geometria molecular, no EM ou no ES, é a partir das considerações da Teoria da Repulsão dos Pares eletrônicos da Camada de Valência - (VSPER) (MAHAN e MYERS, 2009; LISBOA, 2010.).

Há diversos trabalhos publicados sobre o conteúdo de geometria molecular, a maioria dos textos se refere a artigos ou resumos apresentados em congressos da área de educação. A ênfase sobre esse tópico se faz no uso das tecnologias que possam auxiliar no ensino deste conteúdo, como por exemplo: softwares aplicados, aonde é mais fácil a visualização das estruturas moleculares em três dimensões (CARVALHO, 2009; NETO, 2007; RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009). No entanto para a utilização dos softwares existe a necessidade do professor e aluno possuírem à sua disposição computadores que contenham o programa específico e também em quantidades suficientes, além de um local destinado para sua utilização. Em geral, as escolas possuem um laboratório de informática que é compartilhado por professores de várias disciplinas. Sendo assim é importante e louvável a preocupação de profissionais da área de educação em química na busca de técnicas diferenciadas e acessíveis de serem desenvolvidas pela maioria das escolas.

Uma metodologia que pode ser aplicada a essa problemática é o uso da técnica do Origami. A utilização de Origamis na educação, exige somente papel e certa habilidade de alunos e professores e é muito usada no ensino de matemática. Infelizmente não há uma quantidade relevante de trabalhos envolvendo a utilização de Origamis no ensino de Ciências, e a maioria dos trabalhos relacionados a essa técnica envolve o ensino específico de Geometria, um tópico importante da Matemática. A utilização de Origami na confecção de estruturas geométricas no ensino de Matemática tem sido divulgada e pode contribuir para que ocorra a transposição do conteúdo, isso é, a partir de confecção de estruturas geométricas usadas na matemática pode-se “construir” estruturas moleculares para o ensino da química, principalmente as estruturas moleculares comumente ensinadas no ensino médio e mesmo no ensino superior, tais como: Octaedro, Quadrado Planar e Trigonal Planar (RANCAN; GIRAFFA, 2012).

A utilização dessa técnica visa obter uma melhor visualização das moléculas no espaço de uma maneira menos “abstrata” e assim facilitar o estudo desse tópico, tanto para alunos do ensino médio como do ensino superior.

A utilização da técnica de Origamis pode tornar o conteúdo de geometria molecular atraente para o ensino, inclusive espera-se que possa possibilitar que esse conhecimento supere os “muros” das escolas e possa ser levado às casas dos estudantes, que podem ir treinando/ensinando a técnica com sua família, o que também pode trazer um ganho significativo em termos culturais (FIGUEIREIDO, 2007). Ao manipular o papel para confeccionar um Origami, o aluno pode obter a aquisição do conteúdo de uma forma diferente, em especial o da geometria molecular, e isso pode influenciar o estudante a analisar os conceitos envolvidos na estrutura geométrica (RANCAN; GIRAFFA, 2012).

Vários trabalhos contribuíram para a construção do referencial teórico, ao qual ressaltamos as informações históricas da técnica do Origami na qual o referencial teórico utilizado foi o trabalho de Sampaio e Ferreira 2011.

Neste trabalho propõe-se a utilização da técnica do Origami como uma ferramenta alternativa para o ensino de geometria molecular que poderá auxiliar professores e facilitar a aprendizagem dos alunos. A aprendizagem do conteúdo geometria molecular através desta estratégia, que é interessante e de certo modo inovadora, deverá auxiliar no ensino deste tópico. Um dos objetivos da utilização do Origami é tentar minimizar algumas dificuldades dos alunos na aprendizagem e

visualização de estruturas em três dimensões, (estruturas espaciais), confeccionando algumas formas geométricas que representem as principais estruturas moleculares vistas no ensino de Geometria Molecular.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Prever a geometria molecular é importante para a identificação de várias propriedades de uma molécula, tais como: polaridade, tamanho da ligação, tamanho dos ângulos entre outras (NETO, 2007). O tamanho e a forma das moléculas juntamente com a força e a polaridade das suas ligações, determinam em grande parte as propriedades físicas e químicas das substâncias (BROWN; JUNIOR; BURSTEN, 2007, pg 187). Portanto, é fundamental o conhecimento da forma geométrica de uma molécula.

A geometria da molécula pode ser definida como a disposição, no espaço, dos átomos da molécula, ou de um íon. Podemos prever a geometria de algumas moléculas simples a partir da disposição dos pares de elétrons da camada de valência de seus átomos e utilizando uma sequência de análises que é dada pela Teoria de Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência, que descreve a geometria da molécula em termos de disposição angular dos pares de elétrons ligantes e não ligantes ao redor do átomo central. A disposição angular dos pares de elétrons corresponde à disposição espacial dos átomos ligados ao átomo central na molécula (BROWN; JUNIOR; BURSTEN, 2007).

No Ensino Médio, o conteúdo nos livros envolvendo geometria molecular é ministrado utilizando-se da mesma Teoria (VSEPR), sendo que a linguagem utilizada é apropriada e consistente com o nível de abstração dos alunos deste nível de ensino.

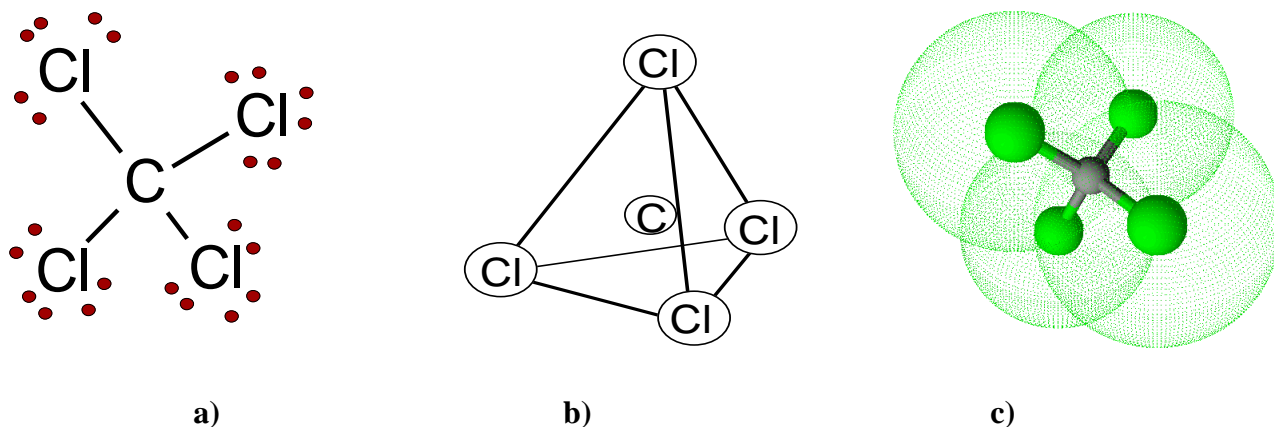
Há várias maneiras para o ensino de geometria molecular. Segundo (VALENTE; MOREIRA, 2006) são frequentes em livros de textos de todos os níveis, assumir que a previsão da geometria molecular é posterior à determinação da estrutura de Lewis, mas o processo também pode ser invertido. Propõe-se que para moléculas pequenas (neutras ou iônicas), envolvendo elementos do grupo principal, constituídas por um átomo central e vários átomos periféricos, pode-se com vantagem inverter o processo citado acima, prevendo primeiramente a geometria molecular e tomar o resultado como ponto de partida para a determinação da correspondente fórmula estrutural, isso pode facilitar a melhor compreensão da geometria das moléculas (VALENTE, 2006).

Entretanto, na maioria dos trabalhos a determinação da fórmula de Lewis constitui o primeiro passo adotado por muitos livros para prever a geometria molecular. Sabe-se que essa fórmula é utilizada para prever as quantidades e os tipos de ligações entre os átomos. Por exemplo, a estrutura de Lewis do tetracloreto de carbono, CCl_4 ,

determinando o átomo central como sendo o carbono, pois pela VESPR o átomo central, em geral, é o que apresenta a menor eletronegatividade (BROWN; JUNIOR; BURSTEN, 2007).

A figura 1 ilustra a fórmula de Lewis e a geometria molecular para o CCl_4 .

Figura 1: Esquemas das estruturas de Lewis para o tetracloreto de carbono (ChemSketch).



O uso de softwares disponíveis gratuitamente na internet, tal como o <http://www.ecientificocultural.com/ftp/manual.pdf> permite desenhar as estruturas moleculares em três dimensões, o que facilita a visualização mais correta da molécula. Pode-se desenhar a fórmula de Lewis com os átomos no plano, conforme Figura 1 a), ou a estrutura geométrica, figura 1 b) (BROWN; JUNIOR; BURSTEN, 2007). Sendo que estrutura de Lewis consiste no primeiro passo para prever a estrutura molecular dos compostos segundo alguns livros do ensino médio e de nível universitário.

No modelo da VSEPR, a ideia central consiste na preposição de que a melhor disposição dos pares elétrons é a que torna mínima a repulsão entre eles. (BROWN; JUNIOR; BURSTEN, 2007). Segundo Atkins o modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência amplia a teoria da ligação química de Lewis, explicando as possíveis geometrias das moléculas, o que está condizente com a explicação dos ângulos entre as ligações e geometrias (JONES, 2012).

A visualização das estruturas das moléculas (seja no plano ou em três dimensões) pelos alunos é um processo nem sempre eficaz. Há diversas maneiras de apresentação das estruturas das moléculas. Segundo Marcelo Giordan, “as representações dessas partículas submicroscópicas podem ser feitas desde o papel, passando pelos conjuntos plásticos, isopor e madeira, chegando à tela do computador ou à projeção holográfica. Varia-se o meio e também as formas de representação, nesse

caso com o objetivo de destacar uma ou outra propriedade da molécula” (GIORDAN, 2005).

A maioria dos alunos demonstram dificuldades no que diz respeito prever a geometria molecular, ou mesmo em disciplinas que necessitam de uma visão espacial para sua melhor compreensão, tal como a Química Orgânica. Essa dificuldade em representações espaciais já é percebida nos alunos desde o ensino médio e em geral continuam no ensino superior, mostrando que os alunos não conseguem superá-las ao passar de níveis de ensino (VALENTE, 2006).

Para sanar ou diminuir essas dificuldades de visualização das moléculas no espaço, o Origami é uma técnica que possibilita uma melhor visualização espacial das estruturas por parte dos alunos.

2.1 História dos Origamis

O papel é um material muito utilizado em várias ocasiões, na impressão de um trabalho na confecção de livro entre outras. Em diversos materiais ele está presente, como por exemplo, dinheiro, panfletos, extratos bancários, revistas, jornais, livros, objetos diversos entre outros. Sua presença excessiva no dia a dia e o baixo custo relativo fizeram que fosse atribuído há ele pouco valor. A técnica milenar das dobraduras de papel, ou seja, do Origami, muda o aspecto estético, dando-lhe formas em que pode representar a vida e o mundo, assim há um novo valor que pode ser atribuído ao papel, principalmente sua aplicação em artes (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

A origem do Origami é mais antiga do que a história do papel, apesar do Japão ser considerado o país de origem do Origami, diz-se também que a China pode ter contribuído para o seu surgimento, no qual a história do papel é bem mais antiga (FIGUEIREIDO, 2007).

A palavra Origami vem do japonês “*Ori*” – dobrar e “*Gami*” – papel. Esta técnica de dobradura do papel é vista como uma arte. Foi no Japão que ocorreram mudanças importantes para o Origami se tornar uma arte, e assim criando raiz neste país. Esta prática sempre foi relacionada com a religiosidade e esta relação fica mais forte pela representação do *tsuru*, uma espécie de garça originalmente do Japão. Os japoneses acreditavam que se alimentando desta ave eles adquiririam sua força vital e

viveriam mais, ganhando poderes de longevidade. Tal fato quase fez com que esta ave entrasse em extinção e para conter essa matança os japoneses criaram sua representação em Origami e passaram a oferecê-la aos deuses (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

Com o tempo, a arte do Origami foi cada vez mais praticada pelas crianças japonesas que ficavam fascinadas com a magia de poder dobrar o papel e criar formas e, por vezes, movimentos ao papel. A arte além de estar ligado a religião, em sua adoração aos deuses, também era ligado a histórias infantis, as quais eram usadas para entreter as crianças (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

Antigamente, a forma de passar o conhecimento das sequências de dobraduras de papel era nas famílias, o chamado de “pai para filho”. O mestre em Origami, Akira Yoshizawa influenciou na divulgação de símbolos e desenhos e na transmissão escrita dos Origamis, através da diagramação dos modelos, tornando os símbolos dobraduras universais, podendo os livros ser arquivados para as gerações futuras e possibilitando o acesso a este conhecimento para a população, além de uma maior difusão e divulgação da arte pelo país e também pelo mundo (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

No Brasil o Origami foi difundido pelos colonizadores portugueses e com os preceptores europeus que chegaram com o intuito de direcionar e ensinar os filhos das famílias mais abastadas (CRUZ; GONSCHOROWSKI, 2010).

Para realizar a dobradura de papeis, há uma sequência de passos a serem seguidos, sendo que há um passo inicial básico e a partir destes são criadas as diversas formas representadas pelo Origami. Existem dois tipos de Origamis: os tradicionais que possui apenas uma base e os modernos, que se faz através da junção de várias bases. A base mais antiga e comum é a chamada preliminar. Com essa base pode-se confeccionar várias estruturas dessas dobraduras de papel são diferentes tais como: a pomba *d'água*.

Os Origamistas fazem suas criações através das bases já conhecidas, ou por vezes, criam novas bases que facilitam as formas desenvolvidas por eles. A criação de Origamis pode envolver diversos temas, tais como: animais, plantas, objetos diversos, formas geométricas, natureza etc. (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

2.2 Origamis na Educação

Segundo Figueiredo: “A presença dos Origamis na nossa vida cotidiana é maior do que se imagina. São variadas as aplicabilidades. Já visualizaram a possibilidade de se

utilizar Origamis em locais onde há produção de conhecimento e desenvolvimento de ideias tais como: escolas de ensino médio, universidades e centros de pesquisa” (FIGUEIREIDO, 2007).

Conforme Foelker, somente no século XIX essa arte foi introduzida na educação. Um dos pioneiros foi o educador Friederich Froebel, estudioso alemão e criador do Jardim de Infância, que utilizava a dobradura em sua prática pedagógica). Froebel é considerado como o primeiro pedagogo a utilizar a papiroflexia na educação e para ele a criança ao utilizar a dobradura do papel pode reconhecer os princípios da geometria euclidiana e assim avançar para dobraduras de animais e plantas. Tal fato estimula o senso estético através da exposição de suas dobraduras (FOLKER *apud* RANCAN; GIRAFFA, 2012).

O uso dos Origamis em atividades envolvendo a Geometria possibilita o desenvolvimento de várias competências, tais como: as de experimentar, representar e argumentar, além de instigar a imaginação e a criatividade dos alunos. A utilização de Origamis para representar as geometrias (na matemática e matérias relacionadas) demonstra visualmente a aplicabilidade dos teoremas relacionados aos conteúdos geométricos e faz com que haja o favorecimento da participação plena dos alunos, bem como estimula o senso exploratório dos estudantes, componente relevante ao seu aprendizado. A recorrência à manipulação de materiais faz com que a geometria se torne propícia a um ensino baseado na realização de descobertas e na resolução de problemas (RANCAN; GIRAFFA, 2012).

A utilização da técnica de dobraduras de papel, no ensino de um modo geral pode estimular o aluno a estudar o conteúdo desenvolvido pelo professor, mudando a metodologia e a rotina da classe e com isso desperta maior interesse do aluno. Assim a aprendizagem da geometria permite que o aluno a transforme num processo divertido e interessante. O Origami quando introduzido no processo de ensino e de aprendizagem pode incorporar alguns aspectos e competências que é desejável que os alunos aprendam: o caráter lúdico, o desenvolvimento de técnicas intelectuais e a formação de relações sociais (GONÇALVES; SOUZA; ARAGÃO, 2011).

Utilizando a técnica do Origami, durante o processo de construir, reconstruir e até mesmo desconstruir, podem ser trabalhados e desenvolvidos algumas características, tais como a observação, o raciocínio, a lógica, a visão espacial e artística, a perseverança, a paciência e a criatividade (RANCAN; GIRAFFA, 2012).

Segundo Van Hiele, uma das características relevante para a construção do conhecimento geométrico é a visualização. Logo de início o aluno tem a percepção do contexto geral e aos poucos, passa a perceber suas relações e propriedades. Assim após o desenvolvimento já adquirido, ele pode descobrir uma gama de “caminhos”, possibilitando-o a operação de relações em diversas situações, com isso o aluno vai progredir no pensamento geométrico por meio de uma sequência de cinco níveis: visual, descritivo/analítico, dedução informal, dedução formal e rigor (Van HIELE, apud RANCAN e GIRAFFA, 2012, pg 3)

Friedmann enfatiza que, ao se trabalhar com atividades lúdicas de forma consciente, com o conhecimento da abrangência de sua ação, o educador deve perceber o caráter prazeroso disso na vida dos estudantes. Identificar formas, trabalhar a geometria, as cores, essas formas também auxilia na aprendizagem (RANCAN; GIRAFFA, 2012).

O trabalho com dobraduras de papel pode tornar-se um recurso pertinente para auxiliar o professor nos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, possuindo status de fontes de visualização espacial de um objeto de forma interativa, tendo em vista que as explicações encontram-se no livro, ou seja, “ver” o que esta estudando, de maneira mais didática e interativa. A utilização das dobraduras podem esclarecer conceitos e levar ao aluno desenvolver estratégias individuais que possam aprimorar sua aprendizagem, possibilitando a sua criatividade, imaginação e persistência. Essa atividade pode tornar o aluno mais criativo e possibilitar uma melhor visualização de figuras bi e tridimensionais (RANCAN; GIRAFFA, 2012).

Atividade manual que integra, dentre outros campos do conhecimento, Geometria e Arte, tem-se a oportunidade de apresentar e discutir uma grande variedade de conteúdos matemáticos, relacionando-os a outros campos de conhecimento (REGO; REGO; GAUDÊNCIO JÚNIOR *apud* GONÇALVES; SOUZA; ARAGÃO 2011).

O trabalho com dobraduras é enriquecedor, no que se referem às inúmeras possibilidades que ele oferece nas diversas disciplinas, como por exemplo, da Matemática e da Química. A exploração geométrica que é possível ser feita com o Origami utiliza conceitos básicos relacionados a ângulos, planos, vértices, paralelismo, semelhança de figuras, entre outros, as noções de proporcionalidade, frações, aritmética, álgebra e funções, são fortemente evidenciadas nesta prática (GONÇALVES; SOUZA; RAGÃO, 2011).

Os Origamis já vêm sendo utilizados há muito tempo no ensino de geometria na matemática, notório que esse estudo trouxe bons resultados para aprendizagem da geometria, e por ser de baixo custo e aplicável em qualquer escola que possua profissionais com conhecimento e recursos mínimos. É importante que essa técnica possa ser difundida em outras áreas do conhecimento, como exemplo: Biologia, Física e Química e principalmente na parte de geometria molecular, pois há uma carência de trabalhos relacionados a esse tema.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi feita uma proposta do uso da técnica de Origami para o ensino de geometria molecular.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de pesquisas sobre os materiais já publicados sobre o tema específico e também aos temas relacionados. Em seguida foi apresentada a fundamentação teórica que possibilita o uso da técnica na educação.

O trabalho consiste na confecção de estrutura que representem as geometrias moleculares mais ensinadas no ensino médio de química tais como a tetraédrica, octaédrica, octaédrica esquelética e cúbica. No entanto, existem outras estruturas que são ensinadas não tendo uma grande importância quanto essas aqui apresentadas.

Para confeccionar as estruturas geométricas moleculares através de Origami, foi necessário seguir alguns passos, que são mostrados através de ilustrações. Esse processo descrito foi embasado pelo livro de Mitchell (2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na confecção dos modelos explicativos, ou seja, os Origamis, pode-se sugerir a necessidade de compreender a relação existente entre os modelos e os parâmetros discutidos no ensino de geometria molecular, como por exemplo: o tamanho das ligações químicas, os ângulos de ligações e as interações entre átomos e também nas moléculas. Um exemplo dessa discussão pode ser realizado após a obtenção das figuras representadas pelos Origamis, que ao analisá-las, podem ser feitos cálculos para obter o ângulo de ligação entre os átomos, representada pela estrutura formada, e isso pode contribuir para o aprendizado mais consistente do aluno. Ao confeccionar o Origami tanto professores como alunos podem se utilizar de artifícios matemáticos para medir os ângulos de ligação, e a partir de tal consideração podem perceber que haverá certa igualdade com os valores dos ângulos teóricos, podendo haver uma pequena diferença que está relacionada a erros na confecção do mesmo como, por exemplo, um pequeno desvio no encaixe de algumas peças para obter o Origami. Tal discussão possibilita à interdisciplinaridade entre a disciplina de química e matemática.

Para a construção das figuras geométricas faz-se necessário seguir uma sequência de dobraduras, essa sequência vai formar as seguintes figuras tridimensionais, que são comumente utilizadas no ensino de geometria molecular: tetraédrica e octaédrica e também octaédrica esquelética.

O primeiro Origami proposto a ser confeccionado é o que representa a geometria tetraédrica a qual exige a sequência de doze passos, no entanto haverá a repetição de alguns passos, sabendo que para obter o Origami da figura faz-se necessário à utilização de folhas de papel, em geral as folhas A4 ou ofício. O desejável é que se utilize folha própria para confecção de Origamis, entretanto tal material é difícil de encontrar.

O modelo VSPER, é considerado uma extensão das ideias de Lewis e é muito eficiente para a previsão da forma geométrica de moléculas poliatômica simples. A teoria foi inicialmente sugerida por Nevil Sidgwick e Gerbert Powel em 1940 e posteriormente modificada e modernizada por Ronald Gillespie e Ronald Byholm (SHIRIVER; ATKINS, 2008).

Basicamente o modelo VSPER permite as considerações de que regiões ao qual há maior concentração de densidade eletrônica, tais como regiões que abarcam os pares ligantes, pares isolados os elétrons associados às ligações múltiplas assumem posições no espaço de maneira a diminuir a repulsão eletrônica entre elas. Sendo

assim, quatro regiões de alta densidade eletrônica deve se localizar num vértice de um tetraedro regular para minimizar a repulsão entre elas, favorecendo a forma da molécula (SHRIVER; ATKINS, 2008).

O arranjo das regiões de densidade eletrônica vai governar a forma da molécula, sejam regiões com pares ligantes ou isolados, mas o nome da fórmula molecular será dada pelo arranjo dos átomos e não pelo arranjo das densidades eletrônicas. Assim, a molécula de metano possuirá quatro regiões de densidades eletrônicas que assumirão os vértices de um tetraedro, neste caso, como todos os pares de elétrons serão ligantes a disposição dos átomos de hidrogênio ao redor do átomo de carbono serão também os vértices do tetraedro. No caso da molécula de amônia, há também quatro pares de elétrons que assumem as posições dos vértices do tetraedro, entretanto, um desses pares é não ligante (maior influência de densidade eletrônica) a forma da molécula será piramidal trigonal, pela disposição dos átomos de hidrogênio, ao qual o par isolado ocupará o vértice da pirâmide (SHRIVER; ATKINS, 2008).

Independente da forma geométrica da molécula pode-se iniciar a discussão sobre os tipos de geometrias utilizando-se da confecção de Origamis para representar algumas estruturas moleculares e assim, instigando o aluno ao aprofundamento do tema. Os passos para a confecção de algumas estruturas que podem representar a geometria de algumas moléculas.

4.1 Tetraedro

A seguir são apresentados os passos necessários para a obtenção da figura geométrica chamada tetraédrica, no qual se obtém uma estrutura que deve possuir ângulos teóricos de ligação no valor de $109,5^{\circ}$ (SHRIVER *et al.*, 2008).

Fig. 2: Neste primeiro passo é necessário dobrar a folha ao meio na vertical.

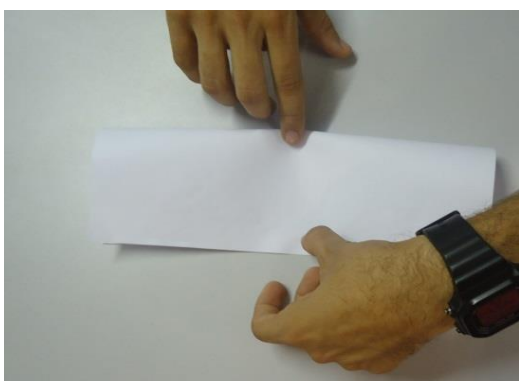


Fig. 3: Execute este passo conforme está na figura e vire-a.

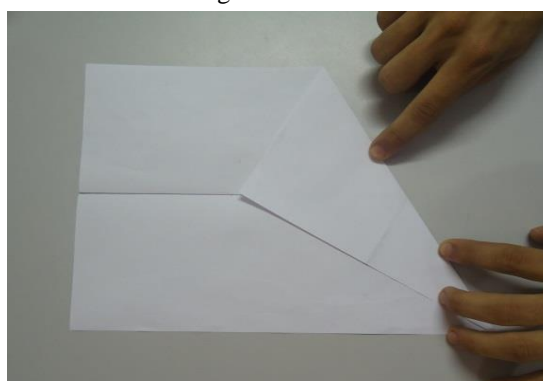


Fig. 4: Após dobrar a folha e vincar, siga o próximo passo.

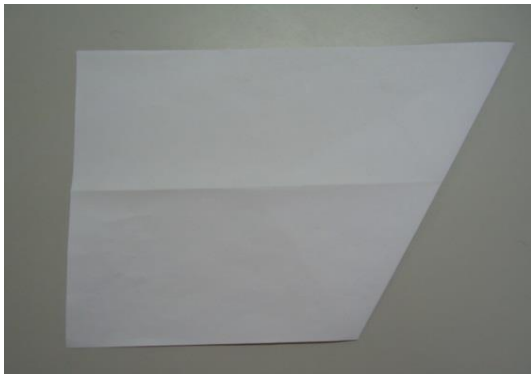


Fig.5: Pegue a ponta inferior da esquerda do papel e leve-a até a outra ponta do papel.

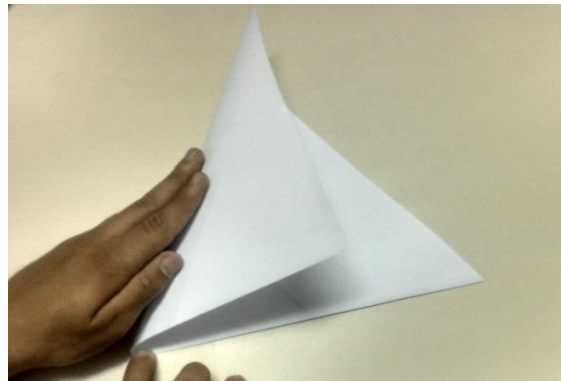


Fig. 6: Pegue a ponta inferior da esquerda do papel e leve-a até a outra extremidade da folha, de modo que fique rente a ponta já marcada.

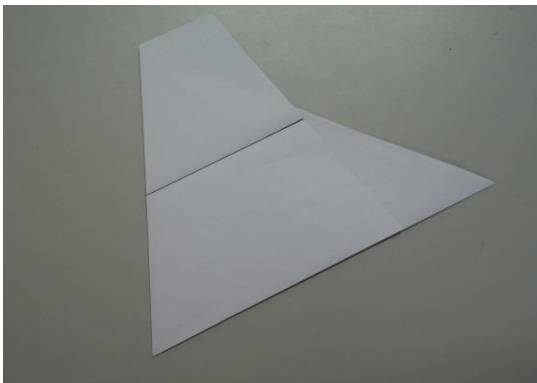


Fig. 7: Abra a folha e repita os passos da Fig. 3 a Fig. 5 até o papel ficar vincado dessa maneira.

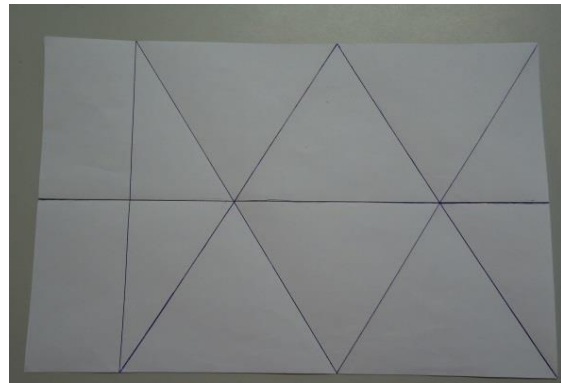


Fig. 8: Retire o excesso da folha.

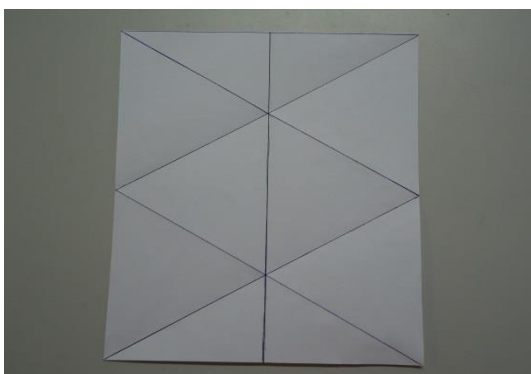


Fig. 9: Dobre a folha dessa maneira.

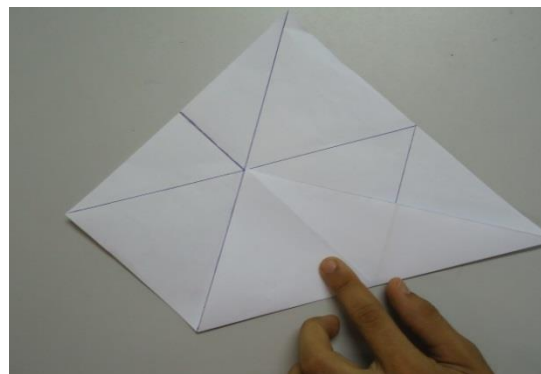


Fig. 10: Dobre a ponta superior à direita até ficar dessa forma. É necessário repetir esse processo também para outra folha.

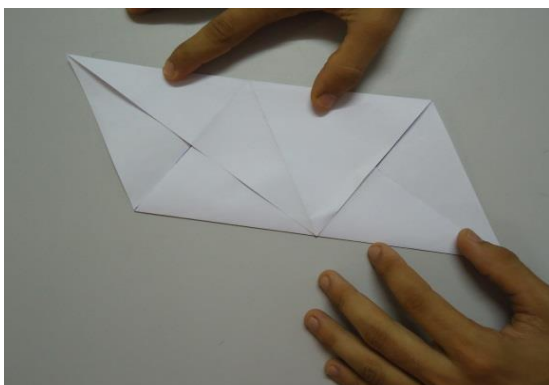


Fig. 11: Primeiro certifique-se de que os módulos dobras facilmente. Encaixe os módulos, um sobre o outro.

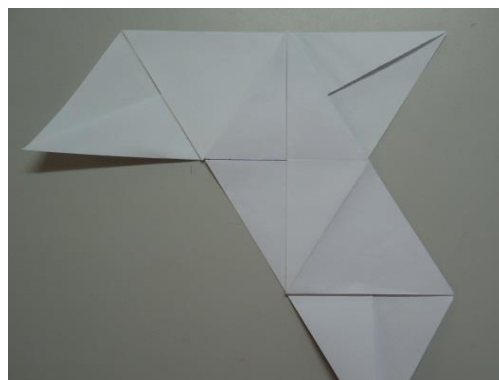


Fig. 12: Junte as duas pontas superiores do módulo inferior até formar um tetraedro folgado.

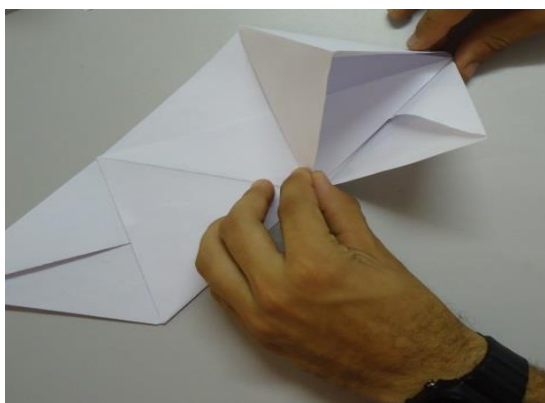


Fig. 13: Dobre o módulo sobre o outro para firmar tetraedro e encaixe a ponta por dentro.

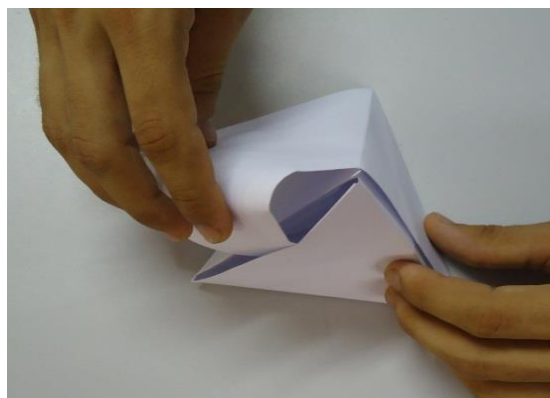


Fig. 14: Após fazer o encaixe, o tetraedro esta pronto para ser utilizado para uma melhor visualização da molécula

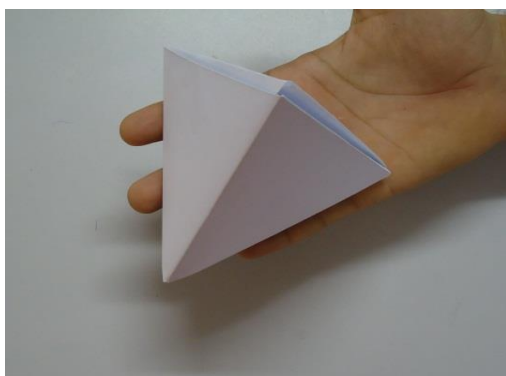
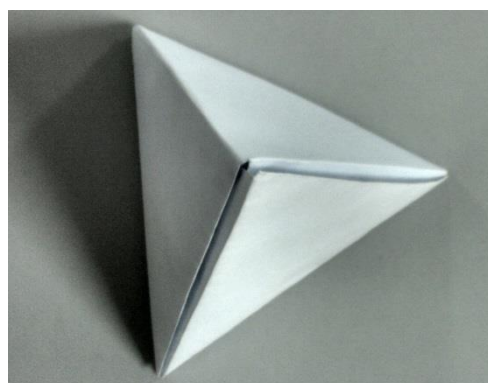


Fig. 15: Demonstração da estrutura tetraédrica.



Para a explicação da geometria de algumas moléculas e íons bastante estudados, tais como: Tetracloreto de Carbono (CCl_4), Metano (CH_4) e o íon Sulfato (SO_4^{2-}) o professor pode utilizar-se da confecção do Origami que representa o tetraedro regular, que será mais um recurso didático em sala de aula que o auxiliará na explicação e visualização tridimensional dessa estrutura. Essa atividade possibilita que o aluno desenvolva sua criatividade e interatividade, além de uma maneira diferente de aprendizado sobre o tema (RANCAN e GIRAFFA, 2012; GONÇALVES; SOUZA; ARAGÃO, 2011). Tal atividade consiste em uma opção para o ensino de geometria molecular, principalmente devido à sua facilidade de aplicação, necessitando apenas a utilização de uma folha de papel e, claro, conhecimento por parte do professor.

4.2 Octaédrico

O octaedro regular apresenta ângulos de ligação teóricos de 90° (Mahan; Myers, 2009). A molécula que apresenta geometria octaédrica possui um átomo central e seis átomos ligantes ao seu redor dispostos de tal maneira que a repulsão entre as nuvens eletrônicas seja a menor possível, segundo o modelo VSEPR, o ângulo entre as ligações dos átomos será a prevista teoricamente, isso se não houver nenhuma distorção causada por fatores intrínsecos à molécula. Esta é uma estrutura fácil de ser confeccionada e também uma das mais representativas das geometrias moleculares no ensino médio. No ensino superior ela representa vários compostos de coordenação com seis ligantes, o que é muito discutido em química inorgânica. A sequência para construção do modelo da geometria octaédrica é descrito na figura 27.

Fig. 16: Neste primeiro passo é necessário dobrar a folha ao meio na vertical.



Fig. 17: Execute este passo conforme está na figura e vire-a.

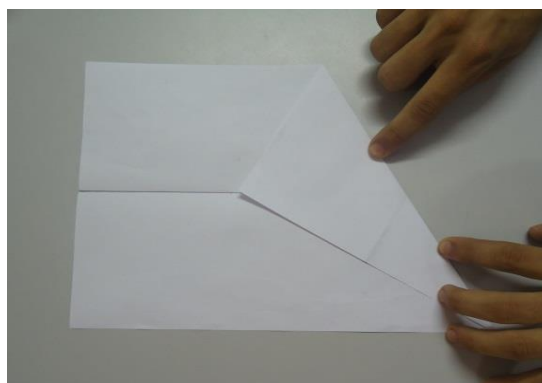


Fig. 18: Execute o passo da **fig 5** e executando-o siga o próximo passo.

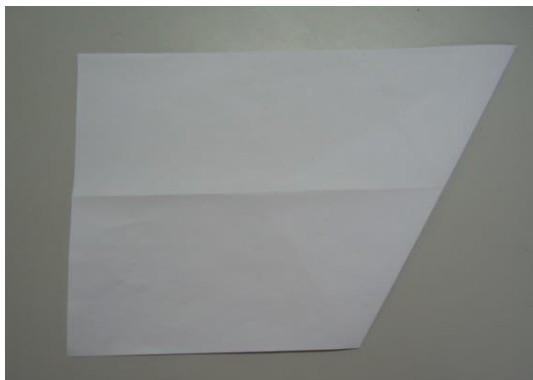


Fig. 19: Pegue a ponta inferior da esquerda do papel e leve-a até a outra extremidade da folha, de modo que fique rente.

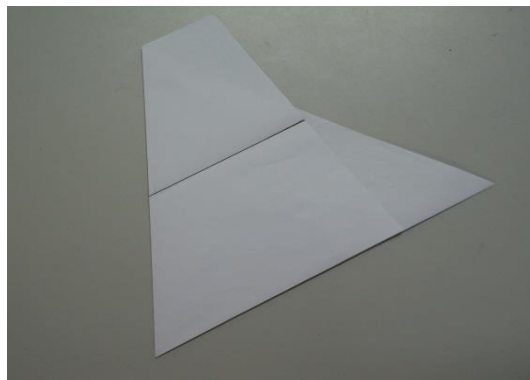


Fig. 20: Abra a folha e repita os passos da Fig.3 a Fig. 5 do lado inverso até o papel ficar vincado dessa maneira.

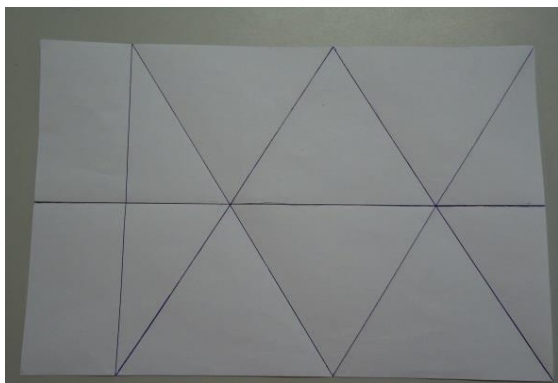


Fig. 21: Retire o excesso da folha.

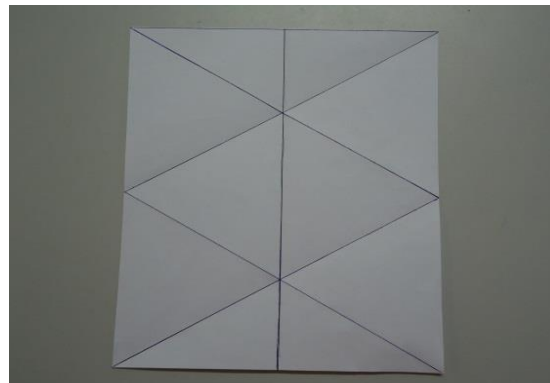


Fig. 22: Vincar bem as dobras de modo às duas dobras centrais ficarem para dentro como mostra a figura.

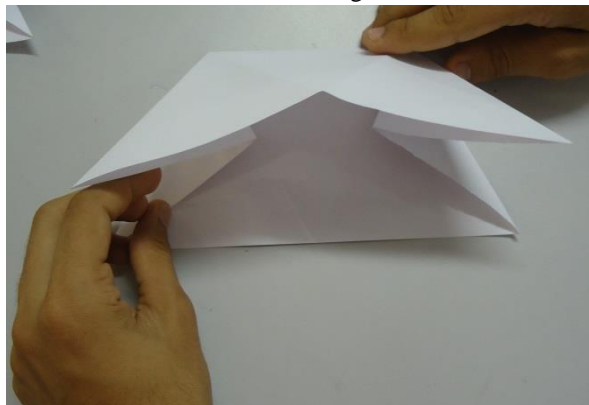


Fig. 23: Faça com que as dobras que estão para dentro fiquem bem vincadas.

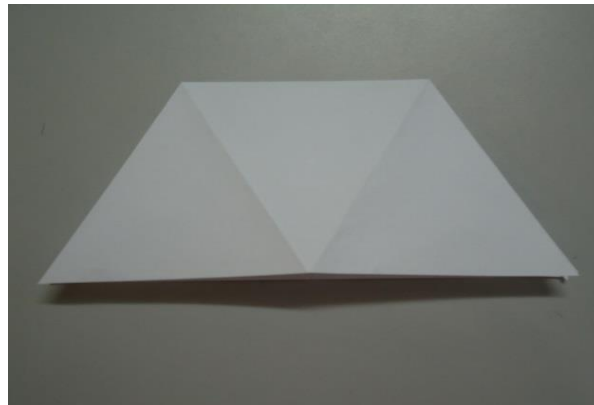


Fig. 24: Faça os passos anteriores até chegar nessa forma, que são necessárias duas formas desta.

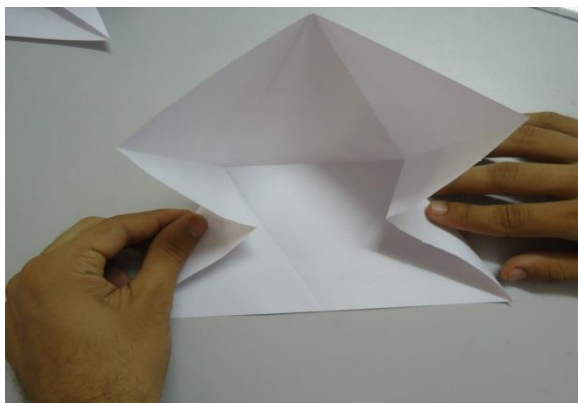


Fig. 25: Pegue na folha para que ela fique dessa forma, na qual com as duas irão encaixando-as.

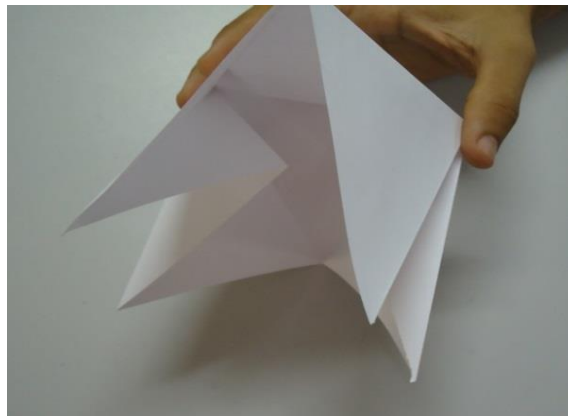
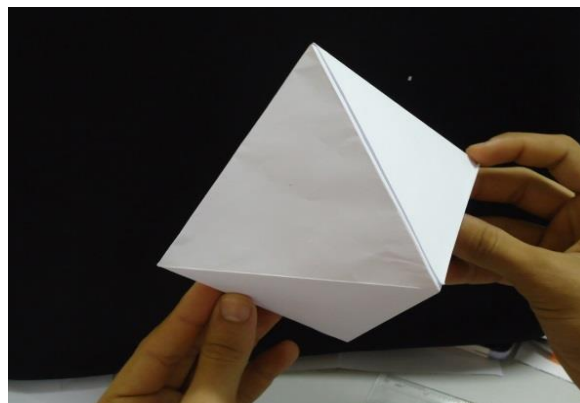


Fig. 26: Pegue na folha para que ela fique dessa forma, onde com as duas irão encaixar uma na outra.



Fig. 27: Essa é a forma final da figura.



As ilustrações esquematizadas anteriormente mostram como construir os Origamis geométricos. A partir dessas estruturas é possível instigar a verificação de algumas características, que estão presentes, como por exemplo: visualização tridimensional, uma “ideia” da disposição dos ângulos de ligação entre os átomos e também das distâncias interatômicas. Essas características são de difícil visualização por parte dos alunos em sala de aula, principalmente quando o conteúdo é explicado de maneira simplista, utilizando como recurso didático apenas o quadro. Neste caso, o que permite a discussão das figuras em duas dimensões, dificultando a discussão de algumas propriedades das moléculas.

A visualização em três dimensões permite uma melhor discussão, desta forma, a construção e a utilização de exemplos de figuras geométricas com os Origamis e sua análise se constituem como excelente alternativa no ensino da geometria molecular

tanto para o Ensino Médio como para o Ensino Superior, tal como sugerido por Lang (2003), que comenta sobre o fascínio proporcionado pelo Origami, e isso é devido à simplicidade da técnica que se baseia em dobraduras, dispensando colagens e recortes. Desta forma, é perfeitamente possível o professor incluir o Origami como um importante recurso metodológico.

4.3 Octaedro esquelético

Outra alternativa para a confecção de um octaedro é o octaedro esquelético. Nesta estrutura fica mais aparente a visualização do átomo central e a quantidade de ligantes que esse átomo estará ligado. A figura geométrica no espaço tenta simular como seria essa disposição com moléculas que possuem geometria molecular octaédrica. Como o hexafluoreto de enxofre (SF_6). Neste caso, o átomo central pode ser chamado de A e os ligantes de X, portanto, obedecendo a fórmula AX_6 admitindo apenas uma estrutura octaédrica (MAHAN; MYERS, 2009).

Os passos aos quais irão originar o Origami octaédrico esquelético devem ser executados de forma cuidadosa para que não haja no final da estrutura distorções ou ligantes com diferença de distância ao átomo central. Com esse recurso didático o professor pode se aperfeiçoar e aprimorar tal técnica para o ensino de geometria molecular. Essa técnica possibilita também que o aluno (ou professor) desenvolva novas bases para a execução de diversas figuras geométricas com o Origami, aperfeiçoando a técnica do Origami e propondo várias outras bases para a formação da figuras, inclusive algumas ainda não confeccionadas.

O octaédrico esquelético é visualmente mais atraente para a discussão da geometria molecular em termos de ligações e disposição dos átomos ligantes ao redor do átomo central. Os passos apresentado nas figuras são:

Fig. 28: Dobrar uma ponta da folha até a borda do outro lado(fazendo isso para os dois lados) para chegar a uma imagem de triangulo retângulo.

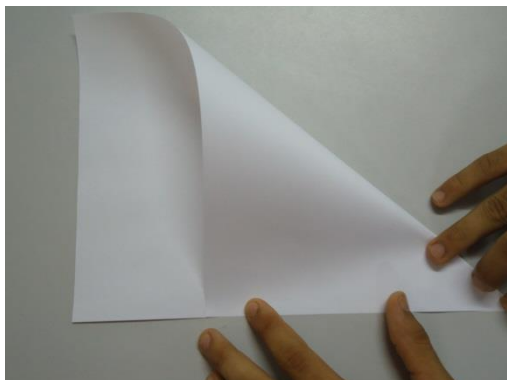


Fig. 29: Retirar o excesso da folha da forma ilustrada abaixo.

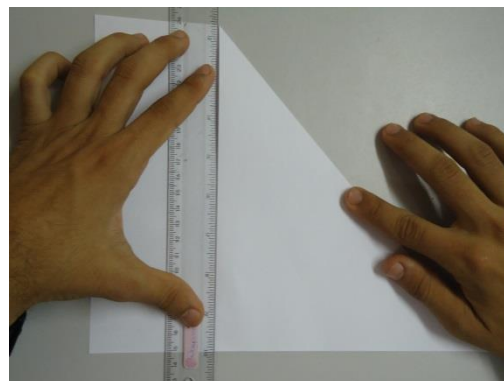


Fig. 30: Com a folha aberta dobre-a ao meio formando um retângulo e vinque a folha.

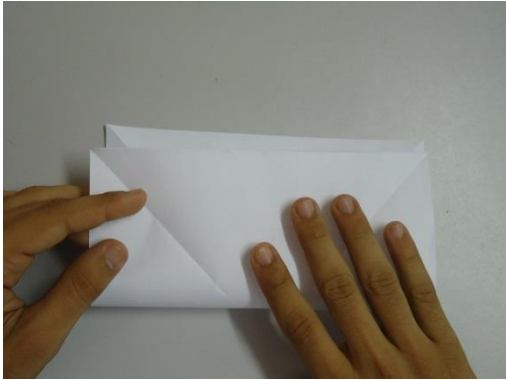


Fig. 31: Abra a folha que ficará em forma de quadrado e dobre-a tocando uma das pontas inferiores a uma ponta superior.

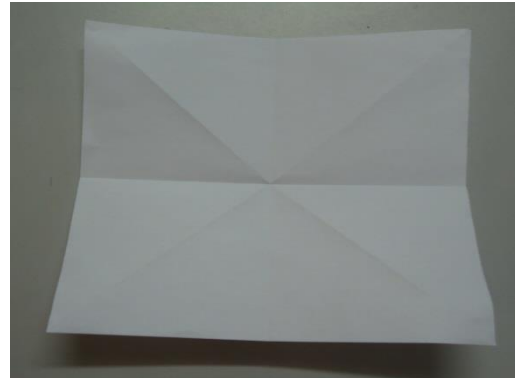


Fig. 32: Após obter essa forma, juntar a folha seguindo as dobraduras, até ficar de tal maneira ilustrada na figura a seguir.

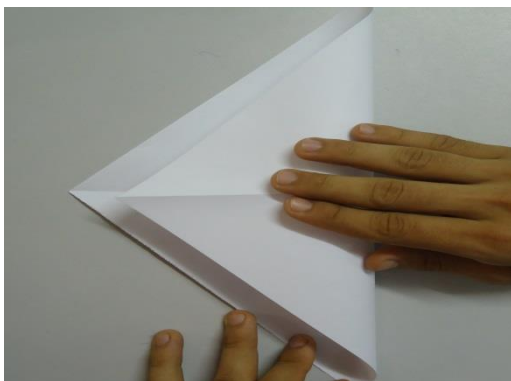


Fig. 33: Com essa peça montada, repita o processo mais cinco vezes para chegar a um total de seis peças.

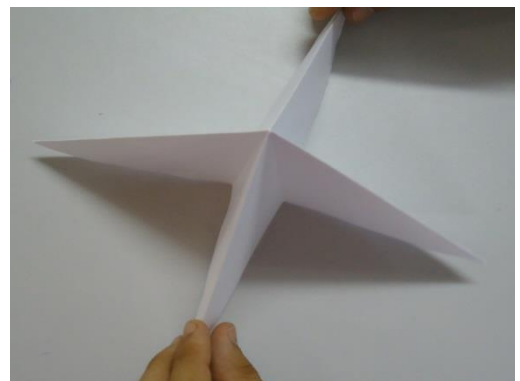


Fig. 34: Encaixe as seis peças, de tal forma que não fique nenhuma ponta para fora da estrutura (de preferência uma por dentro outra por fora)

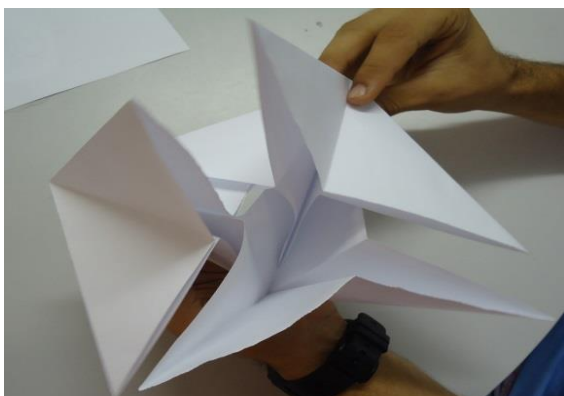
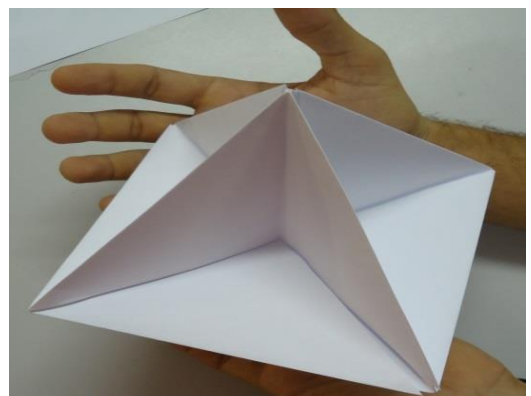


Fig. 35: Ao final dos encaixes deverá obter uma imagem semelhante a essa aqui representada.

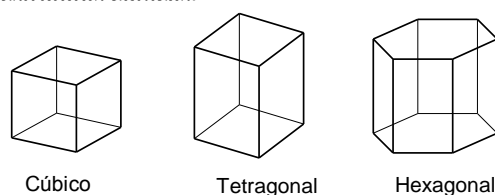


4.2 Sólidos Iônicos

Grande parte dos materiais inorgânicos existe como sólidos, que são formados por arranjos de átomos, íons ou moléculas. Em compostos iônicos, por exemplo, os átomos são unidos em arranjos rígidos e simétricos como resultados de atrações entre íons de cargas opostas. A representação das estruturas simples destes sólidos iônicos podem ser através de arranjos de esferas rígidas que representam os átomos neutros, uma vez que cada cátion está rodeado pelo seu complemento de elétrons (SHIRIVER; ATKINS, 2008).

O cristal de um composto, exemplo cloreto de sódio (NaCl) é constituído de elementos estruturais que se repetem regularmente, dessa maneira a rede cristalina é formada por pontos que representam as posições dos elementos que se repetem (SHIRIVER; ATKINS, 2008). A rede cristalina é considerada um arranjo tridimensional infinito, no qual cada ponto está rodeado por seus vizinhos, estes irão definir a estrutura básica repetitiva do cristal. A célula unitária de um cristal é uma região imaginária, de lados paralelos, a partir da qual o cristal inteiro pode ser reproduzido pelo deslocamento translacional. A simetria da estrutura do cristal dá origem aos sistemas cristalinos, que são: Cúbico, Tetragonal, Ortorrômico, Monoclínico, Triclínico, Trigonal e Hexagonal (SHIRIVER; ATKINS, 2008). Alguns exemplos são dados na figura 36:

Fig. 36: Ilustração de tais estruturas cúbicas



A estrutura cúbica é muito discutida em química inorgânica, e ela pode ser facilmente construída através do Origami.

Cubo

A estrutura cúbica pode auxiliar na construção da unidade unitária de um composto iônico, ex: cloreto de sódio (NaCl). Também podendo ser usado para o ensino de geometria de sólidos iônicos o que implica na sua estrutura cristalina, o qual pode ser abordado no ensino médio e/ou superior. A estrutura, figura 44, representa a estrutura

do retículo cristalino. Pode-se com o auxílio de uma caneta, realizar as demarcações indicando o número de coordenação da espécie.

Os passos para a confecção do cubo são indicados a seguir:

Fig. 37: Nesse primeiro passo consiga um quadrado perfeito com a folha e em seguida dobra-se a folha nas diagonais da folha vincando somente as pontas.

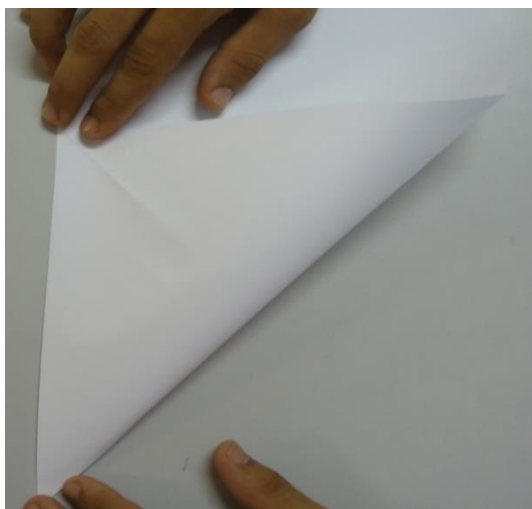


Fig. 38: Seguindo as instruções anteriores chega-se a essa forma.

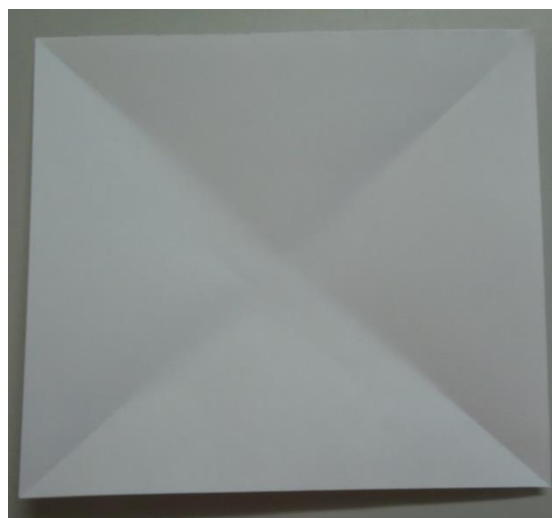


Fig. 39: Dobrar a folha até o meio no lado superior e inferior do quadrados vincando-a.

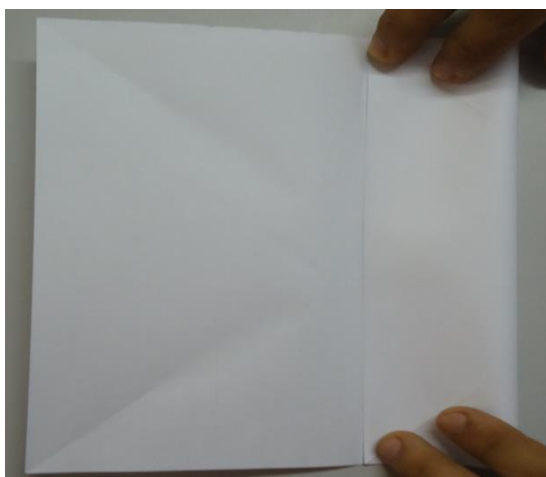


Fig.40: Agora dobre ambos os lados ao meio da folha na vertical.

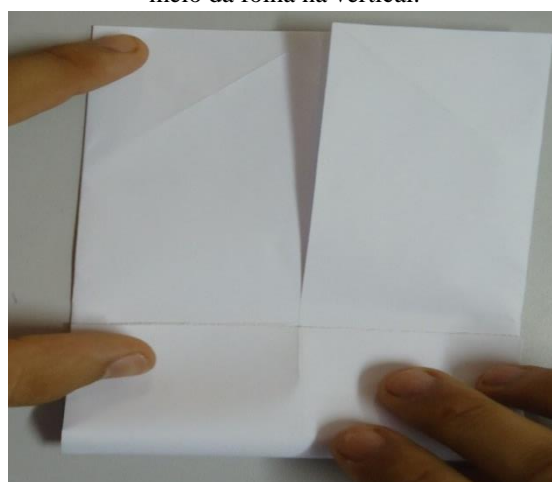


Fig. 41: Com os passos anteriores irá chegar a esta estrutura. (repita esse processo com mais 5 folhas para chegar a um total de 6).

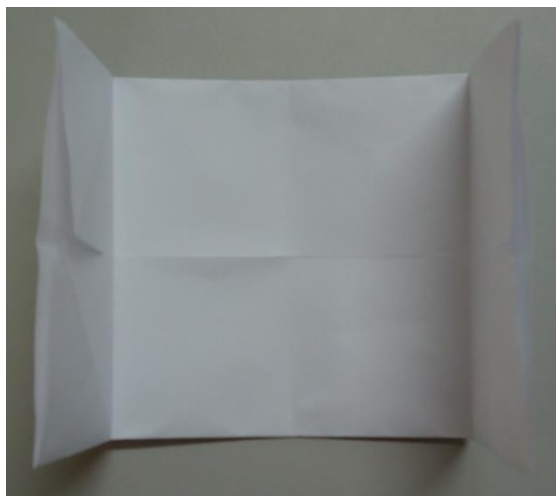


Fig. 43: Com todo processo descrito chegará a essa estrutura geométrica.



Fig. 42: Com as 6 peças obtidas é só encaixa-las e obter a estrutura cúbica.

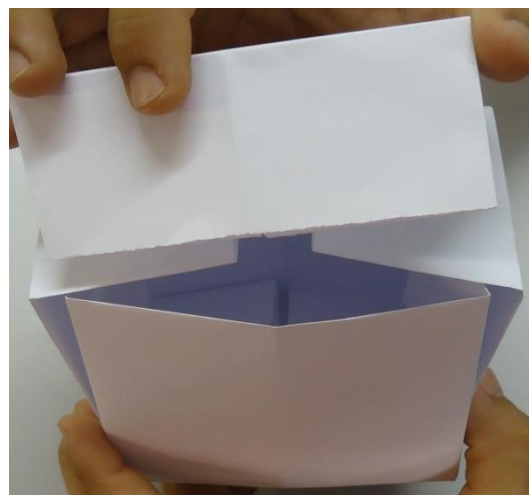
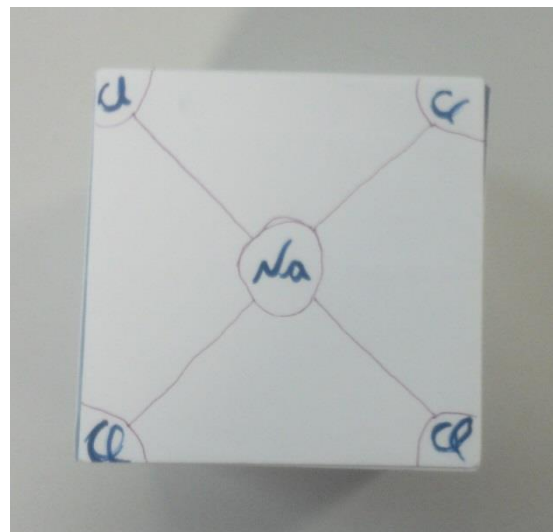


Fig. 44: Representação da estrutura cristalina de um sólido iônico com geometria molecular cúbica.



A partir das estruturas prontas, é possível fazer uma análise prática de algumas propriedades relacionadas com as estruturas geométricas, ou seja, calcular as distâncias entre os átomos ligantes e o átomo central, como também os ângulos de ligações.

5 CONCLUSÃO

Podemos verificar que o uso da técnica de Origami apresenta um grande potencial na educação, em especial no ensino de formas geométricas no ensino da matemática. Estas formas geométricas estão intimamente relacionadas com as fórmulas espaciais das moléculas e compostos iônicos estudados na química, seja no ensino médio ou mesmo no ensino superior.

A técnica de Origami é de fácil compreensão e manuseio e pode ser facilmente apresentada aos alunos do ensino médio e superior, no tocante ao ensino de geometria molecular e sólido iônico.

Foi mostrado que as estruturas básicas podem ser confeccionadas e a partir delas o professor pode vincular-lo no processo de ensino e de aprendizagem podendo realizar vários questionamentos.

Com a técnica do Origami foi possível elaborar algumas das estruturas principais estudadas no ensino médio, como também, no ensino superior, as estruturas foram as seguintes: Tetraédrica, Octaédrica, Octaédrica Esquelética e Cúbica. Com essas estruturas é possível uma melhor visualização e compreensão das moléculas no espaço, e também as disposições atômicas nas estruturas citadas acima, tais como: átomo central e átomos ligantes.

Deste modo, está pode ser uma proposta inovadora para a discussão das formas e estruturas de moléculas e sólidos iônicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. p.95.

BRASIL (PAÍS). **PCN + Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 1999.

BROWN, T. L; JUNIOR, H. E. L; BURSTEN, B. E. **Química: Ciência Central**. 7ª edição. LTC, 2007. p.187-191.

CARVALHO, C. R. S. Simulação Computacional: Um Instrumento que Influencia e Potencializa Conceitos nas Representações Simbólicas no Ensino de Geometria Molecular. In: **II Simpósio Internacional e VI Fórum de Educação: Políticas Públicas, Gestão da Educação, Formação e Atuação do Educador**, 2009, Torres-RS.

CRUZ, G. P; GONSCHOROWSKI, J. S. O Origami como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Geometria.

FIGUEIREIDO, L. L. A. L. **O Origami Como Ferramenta Educacional e Terapêutica**. 2007. 35 f. Monografia (Grau de especialista em arte terapia em educação e saúde). Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro-RJ. 2007.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Revista Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GONÇALVES, D. S; SOUZA, S. C. S; ARAGÃO, M. M. Formas e Fórmulas: O Processo de Ensino-Aprendizagem da Geometria do Origami. In: **V Encontro Sergipano de Educação Básica – ESEB**, 2011, Sergipe.

LISBOA, J. C. F. **Química: ser Protagonista**. 1ª edição. SM (São Paulo), 2010. p.140-142.

MAHAN, B. M; MYERS, R. J. **Química: Um Curso Universitário**. 4ª edição. EEB, 2009. p. 145-158.

MITCHELL, D. **Origami Matemáticos: Dobragens de papel para fazer figuras geométricas**. 1ª edição. Ed. Replicação, 2008.

NETO, J. R. F. **Tecnologias no Ensino de Geometria Molecular**. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Química). Instituto de Química, Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia-MG. 2007.

RANCAN, G; GIRAFFA, L. M. M. Geometria com Origami: Incentivando futuros Professores. In: **IX ANPED SUL**, 2012, Região Sul.

RAUPP, D; SERRANO, A; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo Habilidades Visuoespaciais: Uso de Software de Construção de Modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica em Química. **Experiência em Ensino de Ciência**, V 4(1), p. 65-78, 2009.

SAMPAIO, A. S; FERREIRA, E, D. Do Oriente ao Ocidente: O Origami e Suas Influências. Educação, Gestão e Sociedade: **Revista da Faculdade Eça de Quieros**, n. 3, 2011.

SHRIVER, D.F; *et al.* **Química Inorgânica**. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2008. p. 58-69 .

VALENTE, M; MOREIRA, H. Estrutura de Lewis e Geometria Molecular: mas não necessariamente por essa ordem. p. 25-27, 2006.