



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

NELI OLIVEIRA DE ANDRADE

MODELOS CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D PARA O ENSINO DE
GEOMETRIA MOLECULAR EM QUÍMICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Acre, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração Ensino de Ciências e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho

RIO BRANCO – AC

2019

NELI OLIVEIRA DE ANDRADE

**MODELOS CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D PARA O ENSINO DE
GEOMETRIA MOLECULAR EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Acre, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração Ensino de Ciências e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho

Universidade Federal do Acre
Orientador

Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner

Universidade Federal do Acre
Membro Interno

Prof. Dr. Carlos Eduardo Garção de Carvalho

Universidade Federal do Acre
Membro Externo

RIO BRANCO

2019

**Dedico aos meus Professores e colegas de
curso pelo apoio incondicional.**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade de adquirir novos conhecimentos e desenvolver esta pesquisa.

Ao meu orientador o Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho pela paciência, ensinamentos e apoio prestado ao longo desta pesquisa.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Aos amigos e companheiros de sala pela força prestada nessa jornada.

Ao meu querido esposo Valcimar, pelo apoio e companheirismo que me fizeram perseverar até o fim.

Resumo

No ensino médio, a Geometria Molecular é ensinada como parte da disciplina de Química, cuja principal proposta é mostrar aos adolescentes a distribuição espacial dos átomos de uma molécula. Na maioria das aulas de Química, observa-se a dificuldade de compreensão por parte dos alunos em entender o conteúdo referente à Geometria Molecular (GM), ou seja, os modelos e estruturas de determinadas moléculas, bem como a dificuldade do professor em repassar a informação necessária para a compreensão efetiva do aluno sobre o assunto estudado.

Nessa perspectiva, fez-se necessário estabelecer situações investigativas no Ensino e na Aprendizagem de GM, tendo como base o uso da impressora 3D para produção de modelos que facilitassem a compreensão de moléculas e promovendo um melhor desenvolvimento dos alunos, tornando o uso das impressões uma estratégia tecnológica, inovadora e atraente. Desta forma, foi proposto a construção e a utilização de modelos moleculares, confeccionados em impressora 3D, como recurso didático para o Ensino de Geometria Molecular que visou uma aprendizagem mais significativa pelos alunos.

O kit produzido é composto por modelos impressos em tecnologia 3D com filamento ABS. Representam as estruturas moleculares: Linear, Trigonal Plana, Tetraédrica, Bipiramidal trigonal e Octaédrica. Os átomos foram representados por esferas de diâmetros variados, representativos dos tamanhos do átomo. A escolha do tamanho da esfera foi feita com base no tamanho do raio atômico que é uma das propriedades periódicas dos elementos químicos.

Os modelos de impressão 3D foram testados através de uma oficina na escola estadual Cel. José Plácido de Castro, localizada no município de Porto Acre AC, com 12 alunos do 1º ano do ensino médio, divididos em dois grupos: (A) apenas aulas teóricas e (B) aula teóricas com modelos 3D. Os alunos foram convidados a preencher um questionário antes e após as aulas teóricas.

O uso do kit de molécula 3D fez importante diferença no aprendizado dos alunos do grupo B. Os alunos deste grupo tiraram nota menor em relação ao grupo A no questionário pré-aula e maior nota no questionário pós-aula. Acertaram todas as questões do questionário pós-aula. Os alunos do grupo B puderam manusear as peças,

verificando o tamanho da estrutura, os átomos presentes nela, o tamanho relativo dos átomos e as ligações.

Os modelos 3D despertaram grande interesse nos alunos e possibilitaram questionamentos muito mais significativos através da prática e do manuseio, do que o uso das imagens do livro didático, bem como a oficina sobre geometria molecular aproximou os alunos possibilitando novas reflexões sobre o assunto trabalhado.

ABSTRACT

In high school, Molecular Geometry is taught as part of the Chemistry course, whose main purpose is to show adolescents the spatial distribution of atoms in a molecule. In most chemistry classes, it is observed the difficulty of understanding by students in understanding the content related to Molecular Geometry (GM), i.e. the models and structures of certain molecules, as well as the difficulty of the teacher to pass the information necessary for the effective understanding of the student about the studied subject.

From this perspective, it was necessary to establish investigative situations in GM Teaching and Learning, based on the use of the 3D printer to produce models that facilitate the understanding of molecules and promoting better student development, making the use of impressions a technological strategy, innovative and attractive. Thus, we propose the construction and use of molecular models, made in 3D printer, as a didactic resource for Molecular Geometry Teaching aiming at a more meaningful learning by the students.

From this perspective, it was necessary to establish investigative situations in GM Teaching and Learning, based on the use of the 3D printer to produce models that facilitate the understanding of molecules and promoting better student development, making the use of impressions a technological strategy, innovative and attractive. Thus, it was proposed the construction and use of molecular models, made in 3D printer, as a didactic resource for the Teaching of Molecular Geometry that aimed at a more meaningful learning by the students.

3D molecule kit consists of models printed in 3D technology with ABS filament. They represent the molecular structures: Linear, Flat Trigonal, Tetrahedral, Bipyramidal trigonal and Octahedral. Atoms were represented by spheres of varying diameters, representative of atom sizes. The choice of sphere size was made based on the size of the atomic radius which is one of the periodic properties of the chemical elements.

The 3D printing models were tested through a workshop at Cel State School. José Plácido de Castro, located in the city of Porto Acre AC, with 12 students from the first year of high school, where they will be divided into two groups: (A) only

theoretical classes and (B) theoretical classes with 3D models. Students were asked to complete a questionnaire before and after the lectures.

3D molecule kit made an important difference in the learning of group B students, as they scored lower in relation to group A in the pre-class questionnaire and higher in the post-class questionnaire. The students in group B were able to handle the pieces by checking the size of the structure, the atoms present in it, the relative size of the atoms and the bonds.

The 3D models aroused great interest in the students and allowed much more significant questions through practice and handling, than the use of textbook images, as well as the workshop on molecular geometry brought students closer to enable new reflections on the subject matter.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1. Geometria linear..... | 15 |
| Figura 2. Geometria trigonal plana..... | 16 |
| Figura 3. Geometria tetraédrica..... | 16 |
| Figura 4. Geometria bipiramidal..... | 17 |
| Figura 5. Geometria octaédrica..... | 17 |
| Figura 6. Impressora 3D..... | 27 |
| Figura 7. Filamento para impressora 3D ABS white 1KG | 28 |
| Figura 8. Modelo sendo impressos na impressora 3D..... | 28 |
| Figura 9. Alicates e lixa utilizados para o acabamento das peças | 29 |
| Figura 10. Tinta utilizada para o acabamento das peças..... | 29 |
| Figura 11. Modelos 3D para ensino de geometria molecular..... | 34 |
| Figura 11A: Estrutura Linear, molécula de dióxido de carbono CO_2 | 34 |
| Figura 11 B: Estrutura Trigonal Plana, molécula de trifluoreto de boro BF_3 | 34 |
| Figura 11C: Estrutura tetraédrica, molécula de metano CH_4 | 34 |
| Figura 11D: Estrutura Bipiramide trigonal, molécula de pentacloreto de fósforo PCl_5 | 34 |
| Figura 11E: Estrutura Octaédrica, molécula de hexafluoreto de enxofre SF_6 | 34 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 3.1. | A ligação covalente e geometria molecular | 14 |
| 3.2 | Impressão 3D..... | 17 |
| 3.3 | Modelos didáticos..... | 18 |
| 3.4. | Algumas considerações a respeito das Aulas teóricas..... | 20 |
| 3.5 | Aula prática e as contribuições de Vygotsky | 21 |
| 3.5.1. | Modelos didáticos aplicados na aula prática | 24 |
| 4 | OBJETIVOS | 25 |
| 4.1 | Objetivos gerais..... | 25 |
| 4.2 | Objetivos específicos..... | 25 |
| 5 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TRAJETÓRIA DA PESQUISA. | 26 |
| 5.1 | Da metodologia da pesquisa..... | 26 |
| 6.0 | Escolha dos Modelos..... | 26 |
| 6.1 | Confeções dos modelos de Geometria Molecular 3D impressos..... | 27 |
| 6.2 | Materiais..... | 28 |
| 6.3 | O local da pesquisa..... | 29 |
| 6.4 | Os sujeitos da pesquisa..... | 30 |
| 6.5 | Realização das aulas..... | 30 |
| 7 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 31 |
| 8 | CONCLUSÃO..... | 39 |
| 9 | OBTENÇÃO DOS MODELOS..... | 40 |
| | REFERÊNCIAS..... | 41 |
| | ANEXOS..... | 46 |

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o desenvolvimento de materiais didáticos para o Ensino de Química é muito grande e tem sido objeto de pesquisa de inúmeros pesquisadores em todo o mundo, uma vez que estes facilitam o processo de aprendizagem (MIGLIATO, 2005).

A Lei Número 9.394/96 – Lei De Diretrizes e Bases (LDB), no artigo 36 parágrafo II diz: “adotará metodologias de Ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes”. Portanto, o profissional do Ensino da Química deve procurar fazer isto, e sempre que possível construir seu próprio conjunto de material didático adaptando-o da melhor maneira possível e que julgar necessária, sempre com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. No caso de modelos moleculares, as vantagens frente aos comerciais são: número de peças suficiente; representação de moléculas de interesse para cada aula; versatilidade e baixo custo, (SOARES, 2013).

Segundo Loyde et al. (2009), no que diz respeito às dificuldades de aprendizagem de geometria no Ensino Médio, estas normalmente estão relacionadas com a maneira como o assunto é abordado, ou seja, de maneira muito tradicional, sem o uso de modelos que possam vir a ser manipulados, utilizando apenas imagens contidas em livros, e desenhos feitos no quadro pelo professor (isto quando o professor consegue desenhar).

Na maioria das aulas de Química, observa-se a dificuldade de compreensão por parte dos alunos em entender o conteúdo referente à Geometria Molecular (GM), ou seja, os modelos e estruturas de determinadas moléculas, bem como a dificuldade do professor em repassar a informação necessária para a compreensão efetiva do aluno sobre o assunto estudado. No ensino de ligação covalente, Loyde ainda cita que quando se trata do arranjo estrutural das moléculas, observa-se também uma dificuldade na visualização tridimensional destas estruturas. Este problema se dá devido ao fato dessas estruturas exigirem uma maior abstração por parte dos alunos. Ainda assim, pouca ênfase é dada pela maioria dos professores no tratamento do assunto por meio de recursos didáticos diferentes, permanecendo na tradicional aula com a utilização de quadro negro e giz (CRUZ, 2013).

De acordo com Vygotsky (1991), o uso de modelos educacionais proporciona mudanças qualitativas na zona de desenvolvimento proximal do aluno, facilitando o

processo de abstração, os quais não acontecem com muita frequência em aulas tradicionais.

Assim, faz-se necessário estabelecer situações investigativas no ensino e na aprendizagem de Geometria Molecular, tendo como base a compreensão de moléculas promovendo um melhor desenvolvimento dos alunos, tornando o uso das impressões 3D uma estratégia tecnológica, inovadora e atraente.

Desta forma, foi proposto a construção e a utilização de modelos moleculares, confeccionados em impressora 3D, como recurso didático para o ensino de Geometria Molecular visando uma aprendizagem mais significativa pelos alunos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Krasilchik (2001), as análises históricas e documentais do Ensino de Ciências indicam uma incessante busca de estratégias, que estimulem aos aprendizes à curiosidade sobre o mundo que os cerca, tornando-os capazes de compreender, explicar e atuar de modo positivo sobre fenômenos naturais relacionados à Ciência e Tecnologia, aplicando para isso conhecimentos adquiridos ou desenvolvidos durante as aulas.

Os Parâmetros nacionais curriculares PCNs sugerem que as práticas pedagógicas do professor devem estar voltadas para o desenvolvimento de competências através do ensino de habilidades. Para que essas práticas possam ter chances reais de sucesso, o processo de Ensino-Aprendizagem deve se aliar à interdisciplinaridade e à transversalidade. (BRASIL, 1999).

Segundo Freire (1996), para compreender a teoria é preciso vivenciá-la. A realização de atividades laboratoriais em Ciências representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e estabeleça a relação entre teoria e prática dinâmica, o que deve ser indissociável. O problema é que esse professor, muitas vezes, carrega consigo, em sua prática diária docente, uma concepção inadequada de Ciência, como sendo um conjunto acabado e estático de verdades definitivas, o que torna indispensável o processo de formação continuada (ADAMS E TILLOTSON, 1995).

É comum entre os professores de Ciências, especialmente dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, uma crescente sensação de desassossego e de frustração ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes, (POZO E CRESPO, 2009). Cabe então ao professor procurar inserir novas metodologias usando as várias maneiras de ensinar Ciências.

Para Quintina e Moreno (1989) a transformação mais profunda para a melhoria do processo de Ensino-Aprendizagem consistirá em eliminar o modelo tradicional: professor ativo e alunos passivos. Por isso a crescente preocupação dos cientistas, educadores e pesquisadores interessados em transformar *Escolas Tradicionais* em escolas inovadoras que garantam formação científica adequada e atendimento às diferenças individuais, condição indispensável para a construção do processo de cidadania e de transformação social (BARBOSA, 2006).

As aulas práticas são uma metodologia que podem ajudar no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os estudantes aprendam como abordar, objetivamente, o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos (LUNETTA, 1991).

Um bom exemplo de aulas prática são as que acontecem no ambiente de laboratório podem despertar curiosidade e, além disso, nessas aulas, os alunos têm a oportunidade de interagir com as montagens de instrumentos específicos. Vale ressaltar que, normalmente, os alunos não teriam esses contatos em um ambiente tão informal quanto à sala de aula (BORGES, 2002).

Assim como as aulas de laboratório, as lúdicas também apresentam grande contribuição para o processo de aprendizagem dos alunos. Matos (2008) cita que o lúdico se define como sendo uma categoria geral, na qual estão inseridas todas as atividades que têm características de jogos, brinquedos e brincadeiras. Santana (2008) cita que o lúdico também pode contribuir para o ensino, agindo como um mediador da aprendizagem, cooperando significativamente para o processo de construção do conhecimento do aluno.

Por fim, temos as aulas mediadas por recursos didáticos, que são todo material utilizado como auxílio no ambiente escolar proposto para serem aplicados pelo professor aos seus alunos e podem ser: objetos, máquinas, modelos maleáveis,

instrumentos, entre outros. O uso desses recursos no ensino escolar deve ser sempre acompanhado de uma reflexão pedagógica quanto a sua verdadeira utilidade no processo de ensino e de aprendizagem, para que se alcance o objetivo proposto. Não se pode perder em teorias, mas também não se deve utilizar qualquer recurso didático por si só, sem objetivos claros (SOUZA, 2007)

Os recursos didáticos são utilizados, entre outras coisas, para orientar a aprendizagem, exercitar habilidades, motivar, fornecer informações e simulações. Portanto desempenham grande importância na aprendizagem. (GRAELLS 2000 apud SANTANA 2015).

O professor deve apostar e acreditar na capacidade do aluno, incentivando-o e criando situações que o leve a refletir e a estabelecer relação entre diversos contextos do dia a dia, deve ainda conscientizar o aluno, de que o conhecimento não é dado como algo terminado e acabado, mas sim algo que esta em processo de construção continua através das interações dos indivíduos com o meio físico e social (BECKER, 1992).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A ligação covalente e geometria molecular

De acordo com Kotz e Treichel (1998), uma ligação covalente se dá quando ocorre o compartilhamento de pares de elétrons entre átomos, em geral, entre não metais. Os Não-Metais ou Ametais são elementos que se encontram na sua grande maioria na parte superior direita da tabela periódica.

O compartilhamento de elétrons entre átomos acontece quando os átomos envolvidos encontram-se instáveis, ou seja, quando precisam doar ou receber elétrons a fim de completar o seu octeto, que é quando alguns átomos possuem oito elétrons na sua camada de Valencia, porém, (vale ressaltar que a regra do octeto não é válida para todos os elementos da tabela, há alguns elementos que se estabilizam com menos de 8 elétrons). Os elétrons compartilhados formam as ligações covalentes e estas produzem uma força de ligação que é resultante da atração entre estes elétrons compartilhados e os núcleos positivos dos átomos que participam da ligação (Brady, Russell e Holum, 2002). Em outras palavras, átomos se unem por meio de ligações covalentes formando moléculas, e as forças resultantes dessas ligações influenciam diretamente a determinação da geometria molecular, que segundo Peruzzo e Do Canto (2010), descreve como os núcleos estão posicionados uns em relação aos outros.

As formas das moléculas podem ser previstas através do uso da teoria da repulsão do par eletrônico da camada de valência (RPECV). (Brady, Russell e Holum, 2002) explicam que esta teoria é baseada na noção de que os pares de elétrons da camada de valência, carregados negativamente, permanecem tão separados quanto possível, de modo a minimizar suas repulsões mútuas. Essa teoria prever cinco geometrias básicas para as moléculas, as quais serão vistas mais à frente.

Quanto à consideração dos pares de elétrons que formam a geometria, Soares (2013) explica que na geometria de par de elétrons (GPE) são considerados os pares de elétrons ligados ao átomo central, enquanto que na geometria da molécula (GM) consideram-se apenas os pares de elétrons ligados entre dois átomos. Se não houver nenhum par de elétrons isolados sobre o átomo central as geometrias, GPE e GM serão iguais, se houver pares de elétrons elas são diferentes.

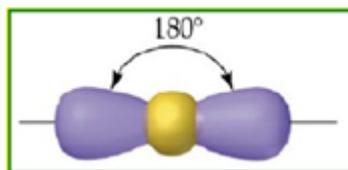
Soares (2013) explica que quando se determina a geometria molecular, um parâmetro muito importante é o ângulo de ligação e cita como exemplo, as moléculas lineares que valem 180° ; as trigonais que valem 120° ; e as tetraédricas que valem $109,5^\circ$.

Na água (H_2O - angular) e amônia (NH_3 - pirâmide trigonal), por exemplo, os ângulos entre as ligações valem, respectivamente, 105° e $107,5^\circ$. O fato destes ângulos serem menores do que $109,5^\circ$ é explicado pela acentuada repulsão que existe entre os pares de elétrons não compartilhados, caracterizando sua geometria como GPE. (PERUZZO e DOCANTO, 2010).

Desta forma, as moléculas mais simples podem assumir as seguintes geometrias descritas por Lisboa et al. (2016).

- Linear: Ocorre quando todos os átomos estão em linha reta, e as duas ligações que vão para o mesmo átomo central fazem um ângulo de 180° .

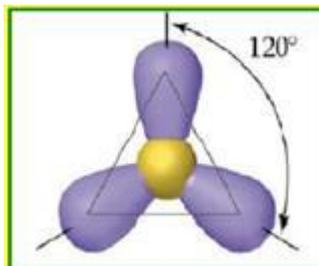
Figura 1: Geometria linear



Fonte: Departamento de Química - UFMG

- Triangular ou Trigonal planar: Ocorre quando a estrutura possui quatro átomos e todos eles estão no mesmo plano. O átomo central é rodeado pelos outros três, os quais estão localizados nos vértices de um triângulo e suas ligações formam ângulos de 120° .

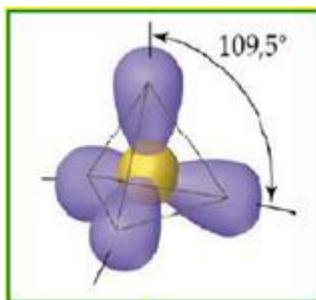
Figura 2: Geometria Trigonal planar



Fonte: Departamento de Química - UFMG

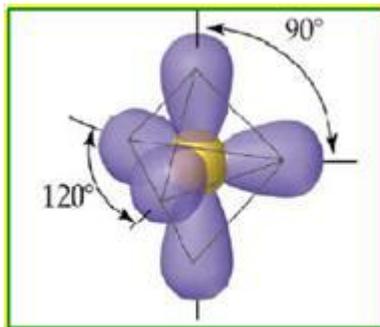
- Tetraédrica: Ocorre quando o átomo central está localizado no centro do tetraedro e os quatro outros átomos estão localizados nos vértices e suas ligações formam ângulos de $109,5^\circ$.

Figura 3: Geometria Tetraedrica



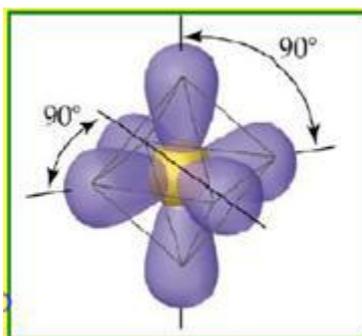
Fonte: Departamento de Química - UFMG

- Bipiramidal trigonal: Ocorre quando temos o átomo central está localizado no centro da face comum às duas pirâmides e encontra-se cercado por outros cinco átomos localizados nos cinco vértices e ligados a ele. Neste caso os ângulos serão diferentes de modo que entre quaisquer duas ligações no plano triangular central tem-se ângulo de 120° e entre uma ligação no plano trigonal central e outra que aponte para cima ou para baixo o ângulo é de 90° .

Figura 4: Geometria Bipiramidal

Fonte: Departamento de Química - UFMG

- Octaédrica: Ocorre quando temos duas pirâmides quadradas com uma base em comum. Neste caso o átomo central está cercado por outros 6 átomos que estão localizados nos vértices do octaedro e o ângulo entre eles é de 90° .

Figura 5: Geometria octaédrica

Fonte: Departamento de Química - UFMG

3.2 Impressão 3D

As impressoras 3D são máquinas de prototipagem rápida (RP), que foram construídas com o objetivo de criar produtos inovadores e de forma rápida, se diferenciando das máquinas convencionais (OLIVEIRA, 2007).

No sistema de impressão tridimensional o produto a ser desenvolvido é criado graficamente em um software computacional e em seguida o modelo é convertido em coordenadas, dividindo-se em camadas planas que são transferidas para a impressora em linguagem de máquina. O material de construção presente no cabeçote da impressora é depositado numa plataforma de acordo com o desenho final, formando o modelo impresso desejado. O processo de impressão utiliza materiais plásticos, resinas, foto

polímeros e alguns metais específicos dependendo da tecnologia empregada. (VOLPATO, 2009).

Oliveira (2007) reforça a importância da prototipagem rápida quando diz que:

A reprodução física camada-a-camada propicia uma grande liberdade de formas, difíceis ou mesmo impossíveis de serem obtidas por tecnologias industriais já estabelecidas, pelo menos de forma rápida.

O início da impressão 3D se deu ainda na década de 1980, quando o Dr. Hideo Kodama registrou a patente da tecnologia de prototipagem rápida (RapidPrototyping/ RP), destinada à criação rápida de protótipos de produtos desenvolvidos industrialmente (SILVEIRA E GILWAN, 2016). No entanto, a versão mais popular de acordo com Aguiar (2016) veio através de Crump em 1989, que fundou a empresa Stratasys[®] depois do registro de patente de um “Aparato e método para criação de objetos tridimensionais”. Em sua criação a construção do objeto ocorria por meio da deposição de material fundido. Este método foi denominado Fused Deposition Modeling (Deposição de material fundido - FDM), também chamado de Filament Fused Fabrication (FFF) – fabricação por filamento fundido. Cunico (2015) destaca que esta tecnologia tornou-se popular por apresentar simplicidade de arquitetura em sua fabricação.

A empresa Stratasys[®] define a tecnologia Fused Deposition Modeling (FDM) como um poderoso método de manufatura aditiva patenteado pela Stratasys. A tecnologia FDM produz modelos conceituais, protótipos funcionais e peças para uso final em termoplástico padrão, de engenharia e de alto desempenho. É a única tecnologia de impressão 3D profissional que utiliza termoplásticos de categoria de produção. Assim, as peças criadas são inigualáveis em termos de resistência mecânica, térmica e química.

3.3 Modelos didáticos

Neto (2007) cita que modelos são instrumentos que relacionam a teoria com uma suposta realidade. O modelo pode ser definido como uma contribuição, uma ferramenta específica para compreender conceitos mais abstratos.

Os modelos didáticos são representações de estruturas, confeccionadas a partir de materiais concretos no que diz respeito ao Ensino e Aprendizagem, (SANTIAGO et al., 2014). O uso desses modelos no Ensino de Química permite a visualização de estruturas em três dimensões, facilitando a compreensão e assimilação do conteúdo exposto.

Balbinot (2005) descreve que as aulas expositivas podem não alcançar resultados significativos no processo de aprendizagem por parte do aluno, tendo em vista que este muitas vezes não consegue elaborar conceitos do que se é estudado. Lima (2007) afirma que o objetivo de se elaborar modelos didáticos é o de ensinar o estudante através do uso de análogos reais dos modelos apresentados pela ciência, nos quais o aluno pode manusear e observar por vários ângulos o seu objeto de estudo tornando-os assim ferramentas mediadoras entre os modelos elaborados pelos estudantes e o modelo aceito pela comunidade científica.

No Ensino de GM, os modelos 3D são os mais importantes, com base nas informações descritas por Neto (2007). As representações de modelagem mais utilizadas em Química como referência em publicações ou livros didáticos, são as modelagens: Stick (Figura A), Balls e Stick (Figura B) e Spacefill (Figura C).

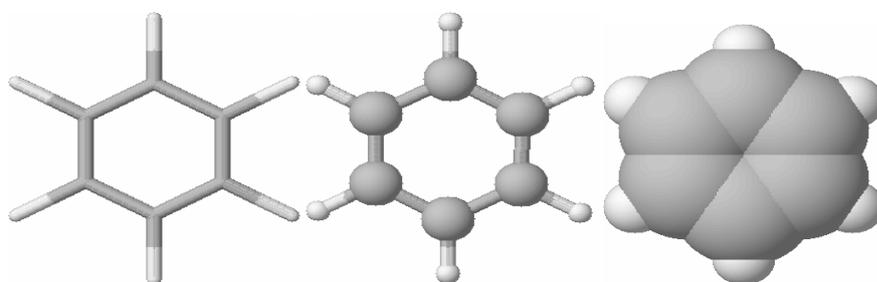


Figura (A) Stick

Figura (B) Balls e Stick

Figura (C) Spacefill

Fonte: Neto (2007)

Neto (2007) cita que dentre estas, o uso da figura Balls e Stick apresenta maior vantagem para o aprendizado por possibilitar visualização em 3D. Quando o assunto em questão é Ensino e Aprendizagem as figuras em 3D são muito mais vantajosas, pois apresentam uma quantidade maior de informações como, por exemplo, a posição dos átomos no espaço, o ângulo e a distância entre eles na construção da molécula.

3.4 Algumas considerações a respeito das Aulas teóricas

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o ensino deve ter como princípio básico a formação de cidadãos críticos para atuar na sociedade tomando suas próprias decisões em situações problemáticas, (BRASIL, 2002). Portanto, é de grande importância que esse ensino possa agir como um instrumento influenciador do entusiasmo, promovendo e estimulando o desenvolvimento intelectual dos alunos e tornando a escola um lugar mais agradável.

Para Montenegro, (2008) na escola acontece exatamente o contrário do que acabou de ser dito;

Na escola brasileira, o Ensino de Ciências tem sido tradicionalmente livresco e descontextualizado, levando o aluno a decorar, sem compreender os conceitos e a aplicabilidade do que é estudado. Assim, as Ciências experimentais são desenvolvidas sem relação com as experiências e, como resultado, poucos alunos se sentem atraídos por elas. A maioria se aborrece, acha o ensino difícil e perde o entusiasmo. Em outras palavras, a escola não está preparada para promover um ambiente estimulante de educação científica e tecnológica (MONTENEGRO, 2008, p.27).

No que diz respeito ao Ensino de Química, LIMA et al., (2000) ressalta que a falta de contextualização pode estar atrelada ao alto nível de desinteresse dos alunos pela ciência, dificultando assim, o processo de ensino-aprendizagem e tornando-se um dos grandes desafios da educação atual. No caso de ensinar geometria molecular uma grande dificuldade é o fato dos discentes não conseguirem imaginar o espaço tridimensional.

Delizoicov et al., (2009) explicita que para se ter uma melhor contextualização há a necessidade de subdividir o conhecimento em três dimensões específicas:

- a epistemológica, onde o ator é o cientista e o objeto é o próprio conhecimento, tem como objetivo a formulação dos temas ou conteúdos propostos;
- a educativa, onde o ator é o professor e o objeto é o planejamento didático-pedagógico, podendo propor novas alternativas de ensino que possibilitem um melhor aprendizado para o aluno, por meio da abordagem conceitual ou abordagem de temas;

- a pedagógica, onde o aluno é o ator e o ensino oferecido é o seu objeto. Através dessas dimensões poderemos traçar mecanismos que visem atingir os objetivos propostos nos planejamentos e execução das aulas.

A dimensão educativa tende a se destacar mais pela sua viabilidade, onde o professor pode propor novas alternativas de ensino que possibilitem um melhor aprendizado para o aluno.

Para Freire (1996), na educação, ensinar exige alegria e esperança. Portanto, para tornar o ensino e a aprendizagem de Química menos cansativo e um pouco mais atraente, devemos investir em procedimentos que visam à utilização de modelos didáticos alternativos, em que os alunos possam adquirir conhecimentos mais significativos, motivando então o professor a desvincular-se de metodologias mais tradicionais e que ainda estão presentes nas salas de aula.

3.5 Aula prática e as contribuições de Vygotsky

Ferreira (2000) cita que a utilização de material didático no Ensino de Química, usado em sala de aula ou em laboratórios didáticos, tem importância historicamente reconhecida no processo de Ensino e Aprendizagem. No entanto, alguns dos materiais didáticos (livros, apostilas, modelos moleculares, etc.) utilizados nesse processo, foram desenvolvidos há décadas e continuam sendo utilizados sem terem sofrido alterações significativas.

O autor cita ainda que a década de 1970 foi marcada pelo desenvolvimento de projetos que visavam à preparação de professores e a adequação de materiais didáticos para o uso em sala de aula. São apontadas inúmeras dificuldades em se alcançar essas metas, devido à falta de condições mínimas (laboratórios, equipamentos, salas de aula, etc.), nas escolas públicas, para o desenvolvimento das aulas.

Portanto, a dificuldade de encontrar materiais didáticos para se utilizar em sala de aula (nesse caso, materiais que sirvam de apoio em aulas de geometria molecular), principalmente no sistema público de ensino, acaba acarretando no pouco interesse do aluno pelas aulas dificultando o trabalho do professor. Uma vez que esses materiais de apoio servem para motivar o aluno, sem o uso dos mesmos o aluno não terá motivação para aprender.

Assim, foi proposta neste trabalho uma metodologia que teve como base os ensinamentos de Vygotsky, na qual professor mediador faz uso de instrumentos e signos em sala de aula como instrumentos mediadores, com intuito de atrair a atenção e desenvolver o intelecto do aluno tornando sua aula mais produtiva. Deste modo o professor deixará de ser apenas um transmissor de informações para agir como mediador entre o conteúdo e o aluno, tornando o processo educativo não só informativo, mas também transformador da formação social dos indivíduos.

Vygotsky foi um psicólogo que em seus trabalhos sempre deu ênfase à importância do processo de ensino e aprendizagem e suas concepções quanto ao desenvolvimento mental humano são estabelecidas a partir de elementos mediadores, como é citado no trabalho de Oliveira (1997);

Vygotsky trabalha, então com a noção de que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas, fundamentalmente, uma relação mediada. As funções psicológicas superiores apresentam uma estrutura tal que entre o homem e o mundo real existem mediadores, ferramentas auxiliares da atividade humana (p.27).

Oliveira (1997), cita o uso de *instrumentos* como primeiro elemento mediador, apontados por Vygotsky, estes são empregados para efetivar as ações humanas, alargando a possibilidade de modificar o meio em que vive. Oliveira dá como exemplo o uso do *machado* como um dos primeiros instrumentos utilizados pelo homem durante as atividades pré-históricas. Hoje podemos usar como exemplos de instrumentos os computadores, os carros, acessórios e equipamentos diversos, bem como o objeto de estudo dessa pesquisa, a impressão 3D, que poderá ser manuseada pelo discente, aumentando a capacidade de abstração do mesmo, auxiliando-o a desenvolver as funções psicológicas superiores acerca do assunto de estudo.

O segundo elemento apontado por Oliveira (1997), são os *Signos*, representados mentalmente por objetos, eventos e situações. Nesse caso o exemplo de signo dado é a palavra sapato, que representa o objeto sapato. Assim a referência a sapato em um contexto, não necessariamente precisa do objeto físico no momento, desse modo, são signos porque a pessoa consegue imaginá-lo sem que precise vê-lo pessoalmente.

De acordo com Vygotsky (1984):

A invenção e o uso de signos com meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.), é análogo a invenção e uso de instrumentos só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. (Apud OLIVEIRA, 1997, p. 30).

A partir destes apontamentos feitos por Oliveira (1997), compreende-se que no processo de mediação os instrumentos são elementos externos utilizados pelo homem de acordo com sua capacidade cognitiva. Já os signos, são elementos particulares do plano mental humano e por meio da linguagem auxiliam no processo psicológico do sujeito.

O que Vygotsky buscou explicar é que todos nascem com as funções psicológicas elementares, e é a partir da interação do sujeito com o meio sociocultural, estimulado por elementos mediadores (instrumentos e signos) que nossa estrutura mental gradativamente se transforma e promove o aprendizado (SILVA, 2017).

Vygotsky destaca dois níveis de desenvolvimento para essa estrutura de formação do conhecimento;

- O *nível de desenvolvimento real*, relacionado à capacidade que o sujeito possui de realizar tarefas sem a ajuda de terceiros.
- O *nível de desenvolvimento potencial* são as capacidades que até então não foram desenvolvidas, tarefas que o sujeito necessita das instruções de uma pessoa mais experiente para realizar (OLIVEIRA, 1997, p. 30).

Entre esses dois níveis a Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP é a que mais se destaca, pois é nela que deve acontecer a interação mediada.

Quando o professor adota a impressão 3D como instrumento de mediação, passa a proporcionar oportunidades aos discentes de fazerem representações mentais (signos) dos conteúdos trabalhados. O uso de instrumentos construídos por meio da impressão 3D soma para a construção dos processos psicológicos superiores, pois sua utilização durante as aulas além de complementar o conteúdo formal a ser ministrado e possibilitar uma maior capacidade de abstração, ainda tem um caráter lúdico ao favorecer a

participação ativa dos discentes, despertando o interesse e o entusiasmo dos mesmos em relação ao conteúdo (AZEVEDO et al., 2012).

A utilização das impressões 3D juntamente com uma contextualização pode facilitar a reflexão e o aprofundamento do conteúdo teórico, pois a visualização dos mesmos permite que o discente manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado (ORLANDO et al., 2009). Neste sentido o recurso criado durante a pesquisa será denominado modelo de geometria molecular 3D.

Assim, com o intuito de proporcionar mudanças no ensino e aprendizagem de Geometria molecular a intenção deste trabalho foi de desenvolver atividades voltadas para a utilização de kits de modelos de moléculas que foram produzidos em impressora 3D.

3.5.1 Modelos didáticos aplicados na aula prática

Sabemos que os alunos, de uma maneira geral, demonstram dificuldades em aprender Química, nos diversos níveis de ensino, porque não percebem o significado ou a importância do que estudam.

Atualmente, diversos trabalhos, como os de Ferreira (2008), e Chassot (2003) enaltecem a importância do uso de modelos moleculares na mediação da aprendizagem, Segundo Lima e Neto (1999), a forma como alguns temas específicos de Química são abordados em sala de aula, leva o estudante do Ensino médio a imaginar a Química como uma ciência puramente abstrata.

A reflexão sobre o ensino de Química e o seu papel na escola, mais especificamente no Ensino Médio, passa pela caracterização do conhecimento químico, de sua produção científica, representando a caminhada do pensamento da sociedade humana, como tradução da realidade da natureza.

Hoje, devido à enorme utilização do conhecimento químico, tem-se atribuído relevante importância à pesquisa das relações entre ciência e tecnologia, de modo a fornecer meios para que o estudante, em função da sua aprendizagem, possa distinguir e avaliar o avanço tecnológico – científico, analisando sua relação de causa e efeito.

A compreensão do conhecimento químico e de sua aplicação como um todo é, por sua vez, parte do conhecimento universal com o qual deverá estar relacionado. Para

que atinja o todo geral, torna-se importante a oportuna análise e correlação dos pontos de interface desses conhecimentos com o de outras áreas exatas. O caráter integrado que a Química possui com as ciências mais próximas requer uma abordagem mais adequada e realista, pois a interdisciplinaridade deve permear o conteúdo de cada ciência em separado, de tal forma que as relações entre diversas disciplinas se revestirão de extrema importância para apresentar a Química como um fator de integração social, conforme aponta Giesbrecht (1979).

Com o objetivo de promover o entendimento conceitual em estudantes do Ensino Médio tem-se buscado várias alternativas e, a construção de conjuntos de modelos moleculares surge como uma ferramenta de grande importância que deve facilitar a visualização do arranjo espacial das moléculas, sua assimilação e o aprendizado de conceitos que envolvam ligação covalente, geometria molecular entre outros. Nesse quesito, levando em consideração o cotidiano atual a impressora 3D vem bem a calhar, pois se trata de uma ferramenta tecnológica inovadora e atraente, que produz modelos diversos possibilitando assim melhores condições de trabalho ao professor, e aumentando as chances de se alcançar resultados positivos em sala de aula com os alunos.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivos gerais

- ✓ Criar material didático com impressão 3D para ensino de geometria molecular (GM).
- ✓ Avaliar o Ensino/Aprendizagem de Geometria Molecular (GM) no Ensino Médio utilizando modelos 3D para verificar qual a influência que a forma da molécula tem nas suas propriedades.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Criar *kits* de modelos moleculares para representar a formação das ligações covalentes e as estruturas moleculares (estruturas planas). Os modelos de

geometria a serem utilizados são, respectivamente: Linear, Trigonal Plana, Tetraédrica, Bipiramidal trigonal e Octaédrica.

- ✓ Avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre GM;
- ✓ Avaliar se os modelos 3D de GM influenciam na relação de Ensino Aprendizagem;

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TRAJETÓRIA DA PESQUISA

Apresentamos os procedimentos metodológicos, os sujeitos da pesquisa, como e porque foram escolhidos.

5.1 Da metodologia da pesquisa

Nesta pesquisa aplicou-se uma metodologia qualitativa e quantitativa a qual foi desenvolvida em duas etapas, a saber: **Preparação e Execução**.

1. A fase da **Preparação** foi desenvolvida na Universidade Federal do Acre, a qual consistiu na escolha dos modelos de Geometria Molecular confeccionados para a montagem de um kit de modelos de moléculas impressas em 3D, bem como a elaboração do questionário que foi aplicado para verificação do conhecimento dos alunos a cerca do tema trabalhado.

2. A fase de **Execução** deu-se na Escola Estadual Cel. José Plácido de Castro localizada no município de Porto Acre/Acre, na qual foram aplicadas duas aulas em duas turmas a fim de verificar o grau de influência (positiva ou negativa) do kit de modelos de impressão 3D.

6 ESCOLHA DOS MODELOS

O critério utilizado para a seleção das moléculas que serviram como base padrão para geração dos modelos sintéticos, foi o de escolher as moléculas que são usadas mais frequentemente como exemplos de GM no Ensino de Química. Os modelos de geometria a serem utilizados são, respectivamente: Linear, Trigonal Plana, Tetraédrica, Bipiramidal trigonal e Octaédrica.

6.1 Confeções dos modelos de Geometria Molecular 3D impressos.

A confecção da impressão 3D, que é uma técnica de prototipagem rápida, consiste em copiar uma peça partir de seus análogos virtuais, que segundo Oliveira et al (2007) deve seguir algumas etapas, conforme descrito abaixo:

1. Criar o modelo tridimensional do objeto por desenhos tridimensionais (Desenho Assistido por Computador – CAD, por exemplo), digitalização ou imagens médicas (tomografia computadorizada, ressonância magnética). Nesta pesquisa os modelos serão adquiridos através do site Thingiverse e sofrerão modificações com o programa Meshmixer.
2. Gerar um objeto tridimensional virtual por meio da conversão do modelo para o formato STL (Stereolitography), representado por uma malha de triângulos.
3. Verificar e corrigir possíveis erros no arquivo do objeto virtual.
4. Construir o modelo físico. O objeto é fabricado na impressora GT Max 3D (Figura 3) camada por camada, essa sobreposição de camadas leva a formação do modelo 3D.
5. Utilizar resinas especiais e polimento para melhorar o acabamento do modelo melhorando a aparência e aumentando a durabilidade do modelo depois do processamento.

No tratamento das imagens foi realizado por programa de edição 3D gratuito como o Meshmixer[®].

Figura 6: Impressora 3D



Fonte: Andrade (2019)

6.2 Materiais

As fotos apresentadas nas figuras abaixo mostram os materiais necessários para preparar os “kits”.

Filamento ABS utilizado para impressão dos modelos pode ser comprado no site da oderco.com com custo de 80 a 300 reais o kg.

Figura 7. Filamento para impressora 3D ABS white 1KG



Fonte: <https://www.oderco.com.br>

Na figura abaixo temos a imagem de 7 modelos de átomos sendo impressos ao mesmo tempo, mostrando a praticidade da impressora GTMax 3D

Figura 8. Modelos sendo impressos na impressora 3D



Fonte: Neli (2019)

Alicate utilizado para fazer a limpeza e retirar os restos de filamentos, e lixa para polir e preparar as peças para pintura

Figura 9. Alicates e lixa utilizados para o acabamento das peças.



Fonte: Neli (2019)

Apos lixar e fazer a limpeza das peças foi feito tratamento comprimado para posteriormente fazer a pintura com tinta automotiva.

Figura 10. Tinta utilizada para o acabamento das peças.



Fonte: <https://maza.com.br/>

6.3 O local da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental Cel. Jose Plácido de Castro, localizada no município de Porto Acre-AC, no centro da cidade. Escola considerada tradicional oferece o Ensino Fundamental e médio, da 5ª série ao 3º ano do ensino médio regular nos dois turnos: manhã e tarde. Com cerca de 40 alunos por sala, não possui laboratório de Ciências, tem Laboratório de Informática, um refeitório, uma Biblioteca, sala de apoio à aprendizagem especial, uma secretaria, sala de planejamento pedagógico, e uma sala de direção.

Esta pesquisa aconteceu nos meses de julho a agosto de 2019.

6.4 Os sujeitos da pesquisa

A escolha dos sujeitos desta pesquisa iniciou a partir de um diálogo com o orientador e professores do Mestrado e escolhemos 1ª série do ensino médio com características necessárias, pois os mesmos ainda não estudaram a geometria das moléculas para a pesquisa. Inicialmente foi pedida autorização formal ao diretor da escola para a realização do trabalho.

6.5 Realizações das aulas

Com o projeto pretendeu-se dar condições para os alunos compreenderem como ocorre a formação de substâncias nas quais os átomos são unidos por ligações covalentes e suas formas moleculares (Linear, Trigonal Plana, Tetraédrica, Bipiramidal trigonal e Octaédrica), por meio da montagem e manuseio dos “kits” de modelos moleculares pelos alunos. Assim, o desenvolvimento do projeto foi realizado por meio da aplicação do conteúdo de uma unidade didática e seguiu os passos abaixo.

A quantidade de participantes da pesquisa foi 12 alunos, dividido em 6 alunos no grupo A e 6 alunos no grupo B. Foi aplicado a estes alunos um mesmo questionário antes e após a aula contendo 17 questões objetivas com os seguintes temas; quantidade de átomos por estrutura; ângulos entre átomos; geometrias das moléculas.

Grupo A

Inicialmente, foi verificado o conhecimento prévio do grupo A, que continha 6 alunos, através de um questionário de 17 questões objetivas, depois ensinou como ocorrem as ligações covalentes e estrutura molecular, focando qual a forma das moléculas, utilizando exemplos de compostos formados por estas ligações que são comuns no dia a dia dos alunos. Ao final verificou o que os alunos aprenderam novamente por meio de um questionário. Nesta aula, os recursos utilizados foram somente o quadro negro e giz.

Na turma A foi utilizada apenas aula teórica com o conteúdo citado anteriormente, iniciando o assunto geometria molecular utilizou-se apenas o livro didático e desenhos feitos com o pincel no quadro branco, depois disso novamente foi aplicado o questionário, a fim de verificar o quanto os alunos tinham aprendido do conteúdo.

Grupo B

Verificou-se o conhecimento prévio do grupo B, que também continha 6 alunos, através de um questionário (mesmo questionário do grupo A), após a avaliação do questionário. Depois foi lecionado a mesma aula que realizou na turma 1 e propôs aos alunos a realização de um experimento no qual utilizaram *kits* de modelos moleculares para representar a formação das ligações covalentes e as estruturas moleculares, visando facilitar e melhorar o entendimento deste conteúdo.

Depois da utilização dos “kits” para a montagem de moléculas, utilizando vários exemplos diferentes de compostos e da discussão destes exemplos, a professora voltou a questionar os alunos sobre seu conhecimento de geometria das moléculas, verificando através do mesmo questionário utilizado no início da aula o quanto o uso dos “kits” contribuiu para que estes alunos compreendessem melhor o conteúdo trabalhado.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O kit produzido é composto por modelos impressos em tecnologia 3D com filamento ABS. Representam as estruturas moleculares: Linear, Trigonal Plana, Tetraédrica, Bipiramidal trigonal e Octaédrica. Os átomos foram representados por esferas de diâmetros variados, representativos dos tamanhos do átomo. A escolha do tamanho da esfera foi feita com base no tamanho do raio atômico que é uma das propriedades periódicas dos elementos químicos. Representa a distância entre o centro do núcleo de um átomo e a camada mais externa da eletrosfera (camada de valência). Geralmente, o raio atômico cresce conforme aumenta o número de camadas e diminui com o aumento do número atômico (Fonseca, 2013). As ligações entre os átomos foram representadas por ligação covalente que é um tipo de ligação química que ocorre com o compartilhamento de pares de elétrons entre átomos. O modelo impresso em 3D é um modelo desmontável, que visa favorecer o manuseio dos átomos e das ligações e proporcionando uma melhor aprendizagem a cerca do conteúdo trabalhado.

A molécula de dióxido de carbono (CO_2) representa a geometria molecular linear. O átomo de oxigênio (O) foi representado por uma esfera de raio 60 picômetros, pintada na cor lilás. A letra “O” está em baixo relevo, pintada de branco. O carbono foi representado pela esfera de tamanho 70 picômetros, pintado em cor preta. A letra “C”

também está em baixo relevo, pintada de branco. As ligações covalentes foram impressas separadamente e pintadas de cor branca, são quatro ligações que possuem o comprimento de 3,8cm. A posição das ligações entre os átomos formam um ângulo de 180° (Figura 12A).

A molécula de trifluoreto de boro (BF_3) representa a geometria molecular trigonal plana. O átomo de boro (B) foi representado por uma esfera de raio 85 picômetros, pintada na cor marrom. A letra “B” está em baixo relevo, pintada de branco. O flúor (F) foi representado pela esfera de tamanho 147 picômetros, pintado em cor azul. A letra “F” também está em baixo relevo, pintada de branco. As ligações covalentes foram impressas separadamente e pintadas de cor branca, são três ligações que possuem comprimento de 3,8cm. A posição das ligações entre os átomos formam um ângulo de 120° (Figura 12B).

A molécula de metano representa a geometria molecular tetraédrica. O átomo de carbono (C) foi representado por uma esfera de raio 60 picômetros, pintada na cor preta. A letra “C” está em baixo relevo, pintada de branco. O hidrogênio (H) foi representado pela esfera de tamanho 53 picômetros, pintado em cor vermelha. A letra “H” também está em baixo relevo, pintada de branco. As ligações covalentes foram impressas separadamente e pintadas de cor branca, são quatro ligações que possuem o comprimento de 3,8cm. A posição das ligações entre os átomos formam um ângulo de 109,5° (Figura 12C).

A molécula de penta cloreto de fósforo representa a geometria molecular bipirâmide trigonal. O átomo de fósforo (P) foi representado por uma esfera de raio 195 picômetros, pintada na cor cinza. A letra “P” está em baixo relevo, pintada de branco. O cloro (Cl) foi representado pela esfera de tamanho 175 picômetros, pintado em cor verde. A letra “Cl” também está em baixo relevo, pintada de branco. As ligações covalentes foram impressas separadamente e pintadas de cor branca, são cinco ligações que possuem o comprimento de 3,8cm. A posição das ligações entre os átomos formam um ângulo de 120° e 90° (Figura 12D).

A molécula de hexafluoreto de enxofre representa a geometria molecular octaédrica. O átomo de enxofre (S) foi representado por uma esfera de raio 100 picômetros, pintada na cor amarela. A letra “S” está em baixo relevo, pintada de branco. O flúor foi representado pela esfera de tamanho 147 picômetros, pintado em cor azul. A

letra “F” também está em baixo relevo, pintada de branco. As ligações covalentes foram impressas separadamente e pintadas de cor branca, são seis ligações que possuem o comprimento de 3,8cm. A posição das ligações entre os átomos formam um ângulo de 109,5° (Figura 12E).

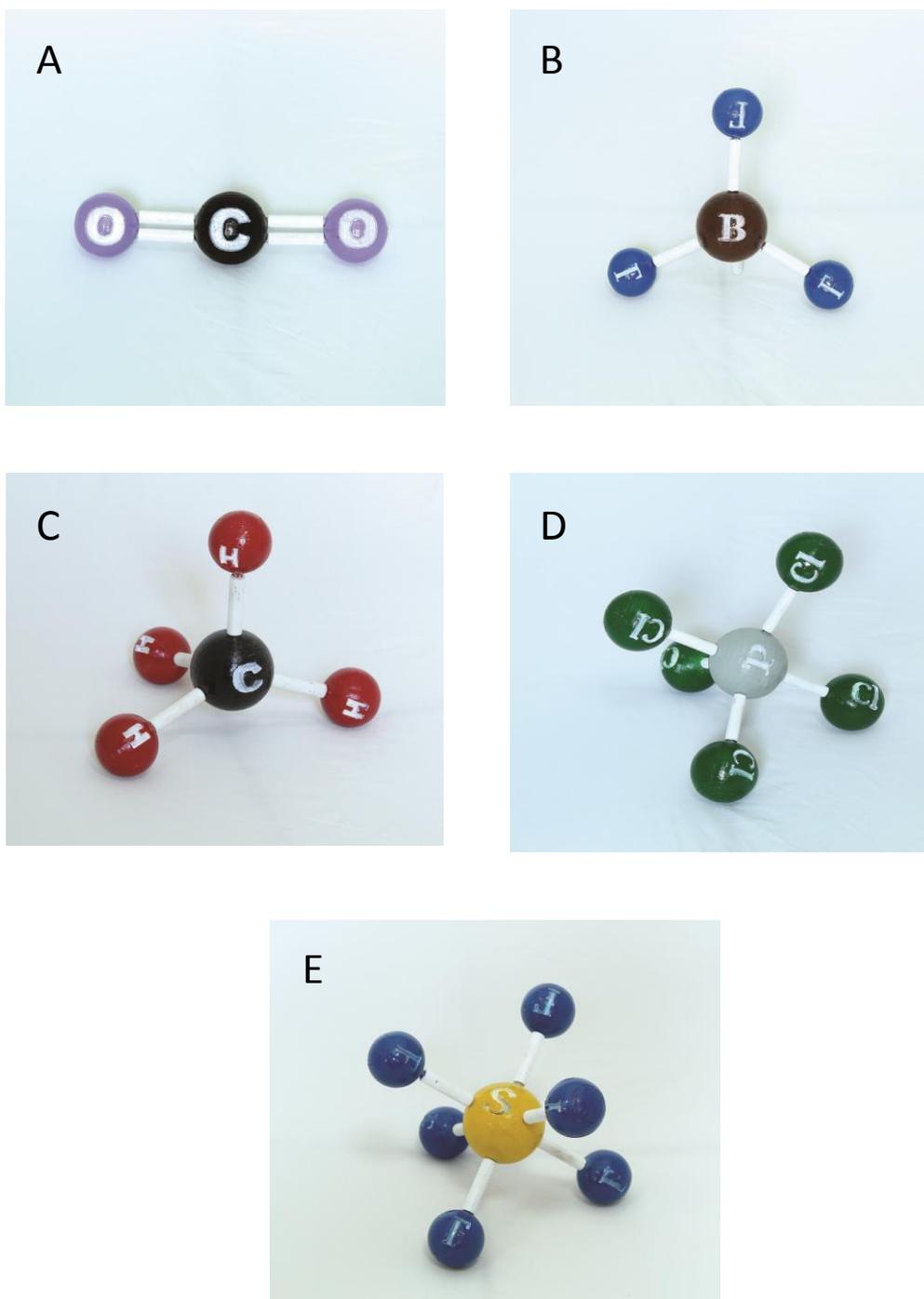


Figura 11. Modelos confeccionados 3D para ensino de geometria molecular. 11A: Estrutura Linear, molécula de dióxido de carbono CO_2 . **11B:** Estrutura Trigonal Plana, molécula de trifluoreto de boro BF_3 , **11C:** Estrutura tetraédrica, molécula de metano CH_4 , **11D:** Estrutura Bipiramide trigonal, molécula de pentacloreto de fosforo PCl_5 , **11E:** Estrutura Octaédrica, molécula de hexafluoreto de enxofre SF_6 .

Fotos: Patrícia Ferreira Peruquetti (2019)

A Tabela 1 mostra o resultado do uso do kit de modelos moleculares para nivelar o conhecimento dos alunos. Ressaltando a importância da aplicação do pré-teste ao possibilitar a quantificação dos conhecimentos prévios dos alunos dando significado para o trabalho realizado. Para com Silva (2017) o pré-teste mostra-se como uma estratégia muito útil para avaliar e explorar os conhecimentos prévios dos discentes, além de auxiliar na organização, incorporação, compreensão e fixação das novas informações já existentes na estrutura cognitiva destes.

Pode-se observar a porcentagem de acertos dos alunos dos dois grupos. Em relação ao questionário pré, observa-se que o grupo A apresentou um conhecimento prévio melhor que o grupo B, ou seja, as notas foram maiores, porém baixas em relação ao questionário pós-aula. No questionário pós-aula o grupo A ao qual foi trabalhada aula tradicional obteve-se um resultado menor que o grupo B, que como podemos ver obteve 100% de aproveitamento.

Com isso percebe-se que o uso do kit de molécula 3D fez importante diferença no aprendizado dos alunos do grupo B, uma vez que estes tiraram nota menor em relação ao grupo A no questionário pré-aula e maior nota no questionário pós aula. Os alunos do grupo B puderam manusear as peças, verificando o tamanho da estrutura, os átomos presentes nela, o tamanho dos átomos e as ligações. Com uma estratégia de ensino diferente, a professora e os alunos com o kit desmontado, montaram as estruturas a fim de visualizar a forma geométrica das moléculas. Após a montagem das moléculas foi explicado aos alunos que o tamanho do espaço existente entre os átomos ligantes era o que definia o ângulo daquela molécula, e que cada geometria possuía seus ângulos definidos pela posição dos átomos e o espaço entre os mesmos.

Foi bastante interessante porque mesmo os alunos que não demonstravam nenhum interesse pelo assunto, passaram a querer montar as moléculas e entender porque tinham esta e não aquela forma. Foi interessante notar como a turma se transformou, indo de uma apatia geral durante a aula expositiva para uma turma totalmente interessada e participativa durante a aula em que montaram e utilizaram o “kit” para o estudo das moléculas.

A montagem das moléculas feita pelos alunos facilitou muito o entendimento a cerca da Geometria Molecular, pois é muito importante que os alunos entendam bem isto uma vez que as propriedades dos compostos moleculares estão relacionadas com a

forma das moléculas. A água, por exemplo, é polar por causa de sua forma angular, já o dióxido de carbono, apesar de ter ligações polares, é um composto apolar porque sua molécula é linear.

Trabalhar os conteúdos de Química por si só já é complicado, ainda mais sendo esta uma matéria considerada pelos alunos como de difícil aprendizagem, por isso, neste trabalho a impressão e a utilização de modelos moleculares 3D tiveram como objetivo diminuir as dificuldades do professor no ato de ensinar e do aluno no ato de aprender o conteúdo Geometria Molecular.

Tabela 1. Porcentagem de acertos dos alunos às perguntas do questionário antes e depois da atividade, no grupo A (sem uso de kit) e grupo B (com uso do kit). n= 6 alunos em cada um dos grupos.

| Perguntas do questionário | Grupo A | Grupo A | Grupo B | Grupo B |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | pré | pós | pré | pós |
| QUANTIDADE DE ÁTOMOS POR ESTRUTURA | | | | |
| Uma estrutura linear possui um átomo central rodeado por outros 2 átomos | 66,67 | 66,67 | 33,33 | 100 |
| Uma estrutura tetraédrica possui um átomo central rodeado por outros 4 átomos | 50,00 | 50,00 | 33,33 | 100 |
| Uma estrutura tetraédrica possui um átomo central rodeado por outros 3 átomos | 50,00 | 66,67 | 50,00 | 100 |
| Uma estrutura trigonal possui um átomo central, rodeado por outros 3 átomos | 33,33 | 100,00 | 33,33 | 100 |
| Uma estrutura octaédrica possui um átomo central rodeado por outros 6 átomos | 83,33 | 83,33 | 0,00 | 100 |
| Uma estrutura octaédrica possui um átomo central rodeado por outros 8 átomos | 66,67 | 83,33 | 0,00 | 100 |
| ÂNGULOS ENTRE ÁTOMOS | | | | |
| Uma estrutura linear possui um ângulo de 180°. | 50,00 | 83,33 | 33,33 | 100 |
| Uma estrutura tetraédrica possui ângulos de 109,5°. | 83,33 | 66,67 | 33,33 | 100 |
| Uma estrutura tetraédrica possui ângulos de 110°. | 66,67 | 83,33 | 66,67 | 100 |
| Uma estrutura trigonal possui ângulos de 120°. | 100,00 | 100,00 | 16,67 | 100 |
| Uma estrutura bipiramidal possui ângulos de 90° e 120°. | 100,00 | 100,00 | 16,67 | 100 |
| Uma estrutura octaédrica possui ângulos de 90°. | 83,33 | 83,33 | 50,00 | 100 |
| GEOMETRIA DAS MOLÉCULAS | | | | |
| O modelo A apresenta Geometria tetraédrica | 66,67 | 83,33 | 50,00 | 100 |
| O modelo B apresenta Geometria octaédrica. | 50,00 | 83,33 | 16,67 | 100 |
| O modelo C apresenta Geometria Bipiramidal. | 83,33 | 100,00 | 33,33 | 100 |
| O modelo D apresenta Geometria linear. | 33,33 | 83,33 | 16,67 | 100 |
| O modelo E apresenta Geometria trigonal. | 50,00 | 66,67 | 66,67 | 100 |

Esse trabalho corrobora com o de Silva (2017) em trabalho desenvolvido com a criação de modelos 3D na área do ensino da Biologia, bem como com Hespel e Hudson (2014) em estudo sobre técnicas e aplicações com a utilização da impressão 3D no ensino de medicina veterinária. Cita-se também Bastos e Faria (2011) avaliou que a utilização de recurso didático 3D no ensino melhora a participação dos discentes aumentando o interesse pelo conteúdo e a interação dentro de sala de aula.

A literatura nos apresenta outros trabalhos que também falam da geometria molecular, como por exemplo, SILVA (2016), que trabalhou com um jogo de dominó com os símbolos das estruturas moleculares, e cita que,

Geralmente as geometrias moleculares são apresentadas em forma de tabela, com imagens bidimensionais, sendo que a geometria é baseada em três dimensões, o que acaba gerando dificuldade na aprendizagem deste conteúdo. Exemplo disso seria o aluno aprender que a geometria da molécula de água é angular sem antes ter conhecimento do que é angular.

A tecnologia de impressão 3D pode sanar esse problema com os usos dos modelos impressos, que por sua vez trazem a possibilidade de visualização 3D da molécula.

CRUZ (2013) em trabalho semelhante, mas com massa de modelar para representar as formas geométricas, relata que, diversos trabalhos, enaltecem a importância do uso de modelos moleculares na mediação da aprendizagem, gerando discussões acerca do significado dos mesmos para o ensino e aprendizado das ciências, e das concepções dos professores a respeito de seu uso como recurso didático de ensino.

Estes trabalhos enfatizam a importância dos modelos moleculares no processo de ensino e aprendizagem, tanto para o aprendizado do aluno quanto para a mediação do professor.

SILVA et al. (2017) que trabalhou com moléculas de papel cita que,

Três níveis de representação em Química são importantes: macroscópico, onde os processos químicos são observados; microscópico, onde os fenômenos são explicados pelo arranjo e movimentação de átomos, moléculas ou partículas subatômicas; e simbólico, onde ocorre a representação dos fenômenos através de símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas.

Assim fica ressaltado a importância de se trabalhar com modelos que expressão a verdadeira forma de uma molécula, ajudando gerar uma imagem mental como citado por (ROGENSKI E PEDROSO, 2008)

No que se refere à visualização, o uso de materiais manipulativos como modelos, serve de representação para gerar uma imagem mental, possibilitando a manipulação, visualização e construção de significados, conduzindo-se ao raciocínio (ROGENSKI; PEDROSO, 2008).

Segundo MOTTIN (2004), a manipulação de materiais concretos pelos alunos possibilita superar a aula tradicional, desenvolvendo a percepção sensorial e criando ambientes de aprendizagens, onde os próprios alunos constroem seus conhecimentos, mediados pelo professor.

Vale ressaltar que assim como o modelo 3D, também é possível aprender com outros modelos como os usados pelos colegas citados anteriormente, porém os modelos anteriores apresentam algumas desvantagens, como o de papel que só possibilita a visualização 2D, e o jogo é mais eficaz para aprender na teoria. O modelo de massa de modelar é o mais vantajoso, porém precisa de um gasto maior para comprar material toda vez que for usar. O modelo 3D é mais prático pela sua estrutura completa, por ser um kit de material duradouro e desmontável, ele oferece ao professor a oportunidade de usar esses modelos para explicar como acontecem as ligações existentes entre os átomos da molécula, bem como de mostrar a quantidade de átomos existente na mesma e a diferença de tamanho já que estão todos bem visíveis, também é bem prático para que os alunos aprendam os ângulos entre os átomos, já que os modelos podem ser manuseados para uma melhor visualização em 3D.

Para Matos et al. (2009), deve-se estimular a utilização de metodologias alternativas para o ensino, promovendo a integração entre conteúdo e atividades práticas, tornando o aluno sujeito ativo no processo ensino-aprendizagem.

No que diz respeito à impressão 3D, esta tem uma aplicabilidade muito vasta, no ramo educacional, várias pesquisas têm sido desenvolvidas e verificadas sua contribuição para a arqueologia, paleontologia, anatomia, química entre outras áreas de estudo (VOLPATO et al., 2006; BORDELO, 2015).

Esta pesquisa foi realizada na área da química e nela os alunos destacaram a facilidade de visualização das estruturas das geometrias em função da qualidade dos

modelos, o que reforça o uso e a elaboração de modelos 3D como recurso didático no Ensino de química. Segundo Guimarães e Ferreira (2006), a produção de modelos pode dar ao professor um grande aporte pedagógico para trabalhar no ensino de Ciências.

Os modelos 3D também despertam grande interesse nos alunos e possibilitando questionamentos muito mais significativos através da prática e do manuseio, do que o uso das imagens do livro didático. Entretanto, vale ressaltar que essa metodologia é apenas um auxílio, e por si só não substitui a figura do professor, nem a necessidade da aula teórica, mediador e promotor do aprendizado do aluno. (SILVA, 2017)

É importante ressaltar que, para que a tecnologia da impressão 3D tenha resultado positivo na educação é necessário que esta esteja inserida na formação docente, para isso deve-se trabalhar as transformações tecnológicas na graduação, não apenas transmitindo conhecimentos técnicos, mas preparando estes para que possam entender sobre as relações das tecnologias com o mundo em que estão inseridas. (SILVA, 2017) “Saber utilizar essa tecnologia nas escolas possibilita transformar as impressoras 3D em pequenas fábricas de instrumentos didáticos a serem utilizados em atividades práticas” (AGUIAR, 2016).

O uso das impressões 3D é um recurso didático diferenciado usado para ensinar porque facilitam o ensino e desperta a vontade de aprender no aluno, além disso, é uma tecnologia pode ser realizado em qualquer escola, pois os itens necessários para a preparação dos “kits” são materiais de custo viáveis e fáceis de ser obtidos, permitindo assim uma união entre os professores fazendo com que eles se sintam mais incluídos no processo de desenvolvimento do uso de modelos impressos em 3D.

8 CONCLUSÃO

Os modelos 3D despertaram grande interesse nos alunos e possibilitaram questionamentos muito mais significativos através da prática e do manuseio, do que o uso das imagens do livro didático, bem como a oficina sobre geometria molecular aproximou os alunos possibilitando novas reflexões sobre o assunto trabalhado. Entretanto, essas metodologias por si só não substituem a figura do professor, nem a necessidade da aula teórica, mediador e promotor do aprendizado do aluno. Podem levar o professor a refletir sobre quais as possibilidades e o direcionamento para tornar o aprendizado sobre geometria molecular mais significativa para o aluno.

A impressão 3D configura metodologia alternativa para o ensino, pois os modelos de geometria 3D foram equiparáveis aos modelos teóricos, configurando um recurso didático para o ensino de química. O uso desse recurso durante a aula é importante para o desenvolvimento do processo de aprendizagem, mas a figura do docente é primordial na promoção da construção do conhecimento pelo discente. Somado a isso, a praticidade da confecção do modelo, o acabamento das peças juntamente com a sua utilização em sala comprova que, o modelo 3D impresso é uma alternativa viável para o aprimoramento do ensino de geometria molecular no ensino de química.

9 OBTENÇÃO DOS MODELOS

Os modelos de moléculas confeccionadas 3D estão disponíveis no laboratório de tecnologias educacionais 3D, no prédio de medicina veterinária na Universidade Federal do Acre.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. E.; TILLOTSON, J. W. Why research in the service of science teacher education is needed. **Journal of Research in Science teaching**. v. 32, n. 5, p. 441-443, 1995.
- AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. Bauru. Rio de Janeiro 2016. Faculdade de ciências – Campus de bauru. Dissertação de mestrado
- AZEVEDO, H. J. C. C.; FIGUEIRÓ, R.; ALVES, D. R.; VIEIRA, V.; SENNA, A. R. **O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso**. Revista Práxis ano IV nº 07, 1. sem. 2012. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/07/43.pdf>>. Acesso em: 20/06/2017.
- BALBINOT, M. C. **Uso de Modelos, numa Perspectiva Lúdica, no Ensino de Ciências**. 2005. Dissertação de mestrado. Disponível em: <http://ensino.univates.br/~4iberoamericano/trabalhos/trabalho104.pdf> Acesso em: 10 de Julho de 2013
- BARBOSA, R. L. L. **Formação de educadores**. UNESP, 2006. Artigo.
- BASTOS, K. M.; FARIA, J. C. N. M.; **Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso**. Enciclopédia a Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 7, n.13. 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/multidisciplinar/aplicacao%20de%20modelos.pdf>>. Acesso em: 20/08/2015.
- BECKER, F. O que é construtivismo? **Revista de Educação**. AEC, v. 21, n. 83, p. 7-15, 1992.
- BORDELO, J. P. A. **Aplicação da tecnologia de prototipagem rápida no estudo pré-cirúrgico em ortopedia veterinária**. Dissertação de mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real Portugal, 2015.
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n. 3, p.291-313, dez. 2002.
- BRADY, J. E.; RUSSELL, J. W.; HOLUM, J.R. **Química A Matéria e Suas transformações**. 3ª Ed., v.1, Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- BRADY J. E.; HUMISTONG. E. **Química Geral**.v.1. 2ªed. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, v. 1, 1989.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, DF: MEC/ SEF, 1999.
- BRASIL, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. : **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, p. 10, 2002.

- CUNICO, M. W. M. **Impressoras 3D: O novo meio produtivo Concep 3D** Pesquisas Científicas Ltda; Curitiba, 2015. Artigo
- CHASSOT, A.I. **Educação ConSciênica**. 1. ed.Santa Cruz do Sul: Editora v.1. EDUNISC, 2003.
- CRUZ, C. P. S. C . **Modelos moleculares: construção e utilização no ensino de ligação covalente e estrutura molecular**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor pde. Paraná 2013. Artigo
- DELIZOICOV, D. ; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- FERREIRA, L.H. Produção de material didático em poliéster para ciências e matemática. In: HANBURGUER, E.; MATOS, D. (Orgs.). **O desafio de ensinar ciências no século XXI**. São Paulo: EDUSDP, 2000, p.85-90.
- FERREIRA, P.F.M.; JUSTI, R. da S. **Química Nova na Escola**,v. 28, 2008.
- FONSECA, M. R. M. **Química(Ensino Medio)**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, Coleção Leitura, 1996.
- GIESBRECHT, Ernesto (coord.), “**Experiências em Química – Técnicas e conceitos básicos**”, Ed. Moderna/Edusp, São Paulo, 1979.
- GUIMARÃES, E. M.; FERREIRA, L. B. M. **O uso de modelos na formação de professores de ciências**. In: 2º Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia e 3ª Jornada de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFSC. Florianópolis, UFSC, 2006. Jogo de Corpo: **Livro do Professor. vol. II – Jogos e Dinâmicas** / Instituto Kaplan. 4ª ed. rev. E ampl. São Paulo: Trilha Educacional, 2005.
- GRAELLS, P. M. **Los medios didácticos**. v. 3, n. 8, p. 2010, 2000.
- HESPEL, Adrien- maxence; WILHITE. Ray: HUDSON, Judith. Invited review- applications for 3D printers in veterinary medicine. **Vet Radiol Ultrasound**. v. 0 ,n. 0, p.1-12, 2014
- KRASILCHIK, M. Formação de professores: O papel da universidade. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, USP, v.15, n.42, 2001.
- KOTZ, J. C., TREICHEL, P. JR. **QUÍMICA e Reações Químicas**, Rio de Janeiro, LTC , 4ed., v. 1, p. 268, 2002.
- LIMA, A. A. **O uso de modelos no ensino de química**: Uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN. Biblioteca Setorial do CCSA/UFRN. 250 f. Natal, 2007. Dissertação de mestrado
- LIMA, M. B.; NETO, P. L. **Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química**. 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n6/2598.pdf> acessado em: 18/07/2017.

- LIMA, J.F. L.; PINA, M. do S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. A.Contextualização no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**. v.11, p. 26-29.2000.
- LISBOA, J. C. F.; BRUNI, A. T.; NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; AOKI, V. L. M.; BEZERA, L. M.; **Ser protagonista**. Química 1ºano. 3. ed. São Paulo. Lia Monguilhote. Edições SM, 2016
- LOYDE, P.; PEDER. J.; QUIMENTÃO. A. P.;BARIN. C. **O ensino de geometria e a geometria molecular**, 1º CPEQUI – 1º CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA. Pará. 2009.
- MATOS, C.H.C.; OLIVEIRA, C.R.F.; SANTOS, M.P.F.; FERRAZ, C.S. **Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.9, n.1, 2009.
- MIGLIATO, J.R.F. **Utilização de Modelos Moleculares no Ensino de Estequiometria para alunos do Ensino Médio**– Estequiometria – São Carlos. 2005. Dissertação de Mestrado – UFSCar.
- MATOS, S. A. **Jogo dos quatis**: uma proposta de uso do jogo no ensino de ecologia. 96 f. 2008. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. Disponível em: http://www.cienciaemtelanutes.ufrj.br/artigos/0210_matos.pdf. Acesso em 19/07/2017.
- MONTENEGRO, P. P. **Letramento Científico: o despertar do conhecimento das Ciências desde os anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, julho de 2008.
- MOTTIN, E. **Utilização de Material Didático-Pedagógico em Ateliês de Matemática, para o Estudo do Teorema de Pitágoras**. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004
- NETO, J. R. F. **Tecnologias no ensino de geometria molecular**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. São Paulo. 2007.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio histórico**. 4. Ed. São Paulo: Spicione, 1997.
- OLIVEIRA,P. J. **Impressoras 3d: redução de custo e tempo no desenvolvimento de produtos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Garça, São Paulo 2013.
- OLIVEIRA, M. F.; MAIA, I.A.; NORITOMI, P.Y.; NARGI, G.C.; SILVA, J.V.L.; FERREIRA, B.M.P.; DUEK, E.R. **Construção de Scaffolds para engenharia tecidual utilizando prototipagem rápida** Revista Matéria, v. 12, n. 2, pp. 373 – 382, 2007.
- ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO,D.; FABRÍCIO FREITAS FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A.; GARDIM, S.; VALÉRIA CINTRA BARBOSA, V. C.; THALES, A.; TRÉZ. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas.

- Revista Brasileira de ensino de bioquímica e biologia molecular.** Minas Gerais, nº 01, p 2-17, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/modelos_didaticos.pdf>. Acesso em: 18/07/2017.
- PERUZZO, F.M.; DO CANTO, E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, 4ªed., v.1, São Paulo: Moderna, 2010.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- QUINTINA, M.; MORENO, C. **Cuestiones sobre la Organización del Entorno del Aprendizaje.** 3. ed. Madrid. UNED, 1989.
- ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D. (2008). **O ensino da geometria na educação básica: realidade e possibilidades.** Artigo. Acesso em 03 set., 2019, <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br>.
- SANTANA, E. M. A influência de atividades lúdicas na aprendizagem de conceitos químicos. **Seminário Nacional de Educação profissional e tecnologia.** Anais. 2008.
- SANTIAGO, J.C. C ; BOTELHO, D.A.; SOUSA, R.S.R.; LEDER, P.J.S. ; SILVA, M.D.B; COSTA, J.J.C. **A utilização de modelos didáticos na abordagem do sentido químico da gustação.** 54º Rio Grande do Norte. Congresso Brasileiro de química. 2014.
- SILVA, M. L. **Educação para a sexualidade através de oficinas e modelos anatômicos 3D, no processo de ensino aprendizagem da educação básica.** Acre. Rio Branco. 2017. Dissertação de Mestrado – UFAC.
- SILVA, R.G. **Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3d no processo de ensino e aprendizagem de zoologia.** Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Acre – UFAC Rio Branco – AC - 2017.
- SILVA, T S.; SOUZA, J. J. N.; FILHO, J. R. C. **Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de química.** Artigo. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil 2017.
- SILVA, A. P. M. **Geometria molecular: elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática envolvendo o lúdico.** Dissertação de Mestrado. Niterói. 2016
- SILVEIRA, I.; GILWAN, G. DA S. **Uso das tecnologias digitais com a impressão 3D na criação, produção e consumo de moda.** 12º Colóquio de Moda – 9º Edição Internacional III Congresso de Iniciação Científica em Design e Moda. João Pessoa. 2016.
- SOARES, C. P. DA C. C. **Modelos moleculares: construção e utilização no Ensino de ligação covalente e Estrutura molecular:** Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Paraná, 2013.
- SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar.** In: I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”. **ArqMudi.** 2007. Disponível em:

<http://www.dma.ufv.br/downloads/MAT%20103/2014-II/Rec%20didaticos%20-%20MAT%20103%20-%202014-II.pdf>. Acesso em: 19/07/2017.

STRATASYS. **Tecnologia FDM**: Disponível em <http://www.stratasys.com/br/impressoras-3d/technologies/fdm-technology>. Acessado em: 18/07/2017.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. Martins Fontes: São Paulo, 1984.

VOLPATO, G. Marcas de profissionais liberais que se tornaram professores-referência. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, DF, v. 90, n. 225, p. 333-351, maio/ago. 2009.

VOLPATO, N. et al. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**: Edgard Blucher, p.272, 1st ed. 2006.

ANEXOS

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Questionário para avaliação da aplicação dos Modelos de Geometria Molecular

Assinale (V) para afirmações verdadeiras e (F) para afirmações falsas

QUANTIDADE DE ÁTOMOS POR ESTRUTURA.

- () Uma estrutura linear possui 1 átomo central rodeado por outros 2 átomos.
- () Uma estrutura tetraédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 4 átomos .
- () Uma estrutura tetraédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 3 átomos.
- () Uma estrutura trigonal possui 1 átomo central, rodeado por outros 3 átomos.
- () Uma estrutura octaédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 6 átomos.
- () Uma estrutura octaédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 8 átomos.

ÂNGULOS ENTRE ÁTOMOS

- () Uma estrutura linear possui um ângulos de 180° .
- () Uma estrutura tetraédrica possui ângulos de $109,5^\circ$.
- () Uma estrutura tetraédrica possui ângulos de 110° .
- () Uma estrutura trigonal possui ângulos de 120° .
- () Uma estrutura bipiramidal possui ângulos de 90° e 120° .
- () Uma estrutura octaédrica possui ângulos de 90° .

GEOMETRIAS DAS MOLÉCULAS

- () O modelo A apresenta Geometria tetraédrica.
- () O modelo B apresenta Geometria octaédrica.
- () O modelo C apresenta Geometria Bipiramidal.
- () O modelo D apresenta Geometria linear.
- () O modelo E apresenta Geometria trigonal.

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Gestor)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Gestor)

Eu, _____, gestor da Escola Estadual Cel. José Plácido de Castro, localizada no município de Porto Acre AC, concordo livremente em participar das atividades de pesquisa que serão desenvolvidas no ambiente acadêmico, sob a orientação do Profº. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho e pela Mestranda Neli Oliveira de Andrade. Declaro estar ciente de que o material produzido, por ocasião das atividades de pesquisa, deverá ser liberado por mim, estando ciente de que o mesmo será utilizado para publicações científicas na área de Educação em Ciências e em eventos de natureza acadêmica, sendo a mim garantido o sigilo de identidade.

Reconheço que estou sendo adequadamente informado (a) e esclarecido (a) sobre os procedimentos que serão utilizados no decorrer desse estudo, bem como sobre os riscos e desconfortos, confidencialidade da pesquisa, concordando em participar e, estando ciente de que não poderei requerer qualquer ônus pela participação e/ou liberação de materiais produzidos.

Declaro ainda que me foi garantido o direito de retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso resulte em qualquer penalidade.

Por fim, declaro ter recebido uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido desse documento.

Rio Branco-AC, Agosto de 2019.

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

(Aluno).

MODELOS CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR.

TCLE aprovado pelo CEP-UFAC

1. Apresentação

A pesquisa “**Modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular**”, tem por objetivo “avaliar o uso de modelos 3D, por meio de aplicação de Projeto Piloto, aplicação de aula teórica-prática, e aplicação de questionário pós aula teórica-prática, na relação ensino-aprendizagem”. A população alvo é constituída por alunos de ambos os sexos do 1º ano do ensino médio da Escola Cel. José Plácido de Castro, pertencente à Rede Estadual de Educação situado no município de Porto Acre, estado do Acre. Trata-se de uma pesquisa em nível de Dissertação de Mestrado, realizado pela pesquisadora Neli Oliveira de Andrade e seu orientador Professor Doutor Yuri Karaccas de Carvalho.

2. Esclarecimento

Esclarecemos que a sua participação, na pesquisa “modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular”, consiste em participar de aula teórico-prática e responder questionário pós aula teórico-prática sobre Geometria Molecular.

A participação do (a) aluno (a) é voluntária podendo desistir a qualquer momento, não havendo custos materiais ou financeiros para você ou para o (a) aluno (a), bem como não haverá remuneração pela participação do (a) aluno (a). Você poderá retirar seu consentimento em qualquer momento da realização da pesquisa, sem ter que justificar sua desistência e sem que sofra quaisquer tipos de coação ou penalidade por parte de seu professor e/ou dos pesquisadores. Os riscos da pesquisa são mínimos, podendo ocorrer possíveis desconfortos emocionais por parte do (a) aluno (a). Esses desconfortos poderão ocorrer por ocasião da emissão das respostas às questões dos questionários ou em decorrência da participação na aplicação dos modelos, visto que podem sentir receio de externar suas percepções sobre a funcionalidade do modelo, utilizado como recursos didáticos durante os processos de ensino e aprendizagem dos

conteúdos para os quais foram produzidos. Para minimizar e/ou excluir tais desconfortos, será solicitado ao (à) aluno (a) que não responda o questionário na sala de aula, leve-o para casa, não se identifique ao responder o questionário para garantir o anonimato da resposta e deposite o questionário respondido numa urna deixada no laboratório da pesquisa. Garantimos manter o mais amplo, absoluto e irrestrito sigilo profissional sobre a identidade do (a) aluno (a), durante e após o término da pesquisa. Desse modo, a identidade pessoal do (a) aluno (a) será excluída de todos e quaisquer produtos da pesquisa para fins de publicação científica.

Os possíveis benefícios que o(a) aluno(a), sob sua responsabilidade, terá com a pesquisa são que, ao utilizar o modelo anatômico experimentalmente, desenvolva aprendizagens significativas dos conteúdos curriculares para os quais o modelo anatômico foi elaborado.

Esclarecemos que os dados coletados por meio do questionário serão utilizados única e exclusivamente para produção do Relatório de Pesquisa e seus resultados serão publicados em meios de comunicação científica, tais como eventos científicos, livro e/ou revista acadêmica, sempre resguardando sua identidade.

Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual a última página será assinada pela pesquisadora responsável e por você.

Para maiores informações e esclarecimentos sobre a pesquisa e/ou seus procedimentos, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Neli Oliveira de Andrade, pelo telefone nº (68) 999731609 e e-mail neli.oliveiraquim@gmail.com.

Por fim, eu, Neli Oliveira de Andrade, pesquisadora responsável, declaro cumprir todas as exigências éticas contidas nos itens IV. 3, da Resolução CNS Nº 466/2012, durante e após a realização da pesquisa.

3. Consentimento

Eu, _____, RG Nº _____, CPF Nº _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____

declaro que: (a) li e compreendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); (b) que a minha participação na pesquisa “**Modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular**” é livre e espontânea; (c), não terei nenhum custo e nem serei remunerado pela participação; (d) posso retirar o consentimento e desistir a qualquer momento como participante da

pesquisa, sem ter que justificar minha desistência e não sofrer qualquer tipo de coação ou punição.

Diante do exposto, aponho minha rubrica nas duas primeiras páginas do TCLE e minha assinatura abaixo, como prova do meu Consentimento Livre e Esclarecido em permitir minha participação na pesquisa.

Rio Branco - Acre, _____ de _____ 2019.

Participante da Pesquisa

Neli Oliveira de Andrade
Pesquisador Responsável

ANEXO D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

(Para responsável legal alfabetizado).

MODELOS CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR.

TCLE aprovado pelo CEP-UFAC

Prezado responsável pelo (a) aluno (a),

Solicitamos seu consentimento para que (o) aluno (a) sobre sua responsabilidade, participe da pesquisa "modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular.". A participação do (a) aluno (a) sob sua responsabilidade será de grande valia para o ensino de Química, visto que nos permitira aperfeiçoar o uso de modelos didáticos pelos professores.

1. Apresentação

A pesquisa "**Modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular**", tem por objetivo "avaliar o uso de modelos 3D, por meio de aplicação de Projeto Piloto, aplicação de aula teórica-prática, e aplicação de questionário pós aula teórica-prática, na relação ensino-aprendizagem". A população alvo é constituída por alunos de ambos os sexos do 1º ano do ensino médio da Escola Cel. José Plácido de Castro, pertencente à Rede Estadual de Educação situado no município de Porto Acre, estado do Acre. Trata-se de uma pesquisa em nível de Dissertação de Mestrado, realizado pela pesquisadora Neli Oliveira de Andrade e seu orientador Professor Doutor Yuri Karaccas de Carvalho.

2. Esclarecimento

Esclarecemos que a participação do (a) aluno (a), sob sua responsabilidade, na pesquisa "modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular", consiste em participar de aula teórico-prática e responder questionário pós aula teórico-prática sobre Geometria Molecular.

A participação do (a) aluno (a), sob sua responsabilidade, é voluntária podendo desistir a qualquer momento, não havendo custos materiais ou financeiros para você ou para o (a) aluno (a), bem como não haverá remuneração pela participação do (a) aluno (a). Você tem garantia de plena liberdade de consentir que o (a) aluno (a) sob sua

responsabilidade participe da pesquisa, bem como o (a) próprio (a) aluno (a) terá a garantia de plena liberdade de participar ou não após o seu consentimento. Você poderá recusar-se a consentir que o (a) aluno (a) sob sua responsabilidade ou de retirar seu consentimento em qualquer momento da realização da pesquisa, sem ter que justificar sua desistência e sem que você ou o (a) aluno (a) sob sua responsabilidade sofram quaisquer tipos de coação ou penalidade por parte de seu professor e/ou dos pesquisadores. Os riscos da pesquisa são mínimos, podendo ocorrer possíveis desconfortos emocionais por parte do (a) aluno (a). Esses desconfortos poderão ocorrer por ocasião da emissão das respostas às questões dos questionários ou em decorrência da participação na aplicação dos modelos, visto que podem sentir receio de externar suas percepções sobre a funcionalidade do modelo, utilizado como recursos didáticos durante os processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos para os quais foram produzidos. Para minimizar e/ou excluir tais desconfortos, será solicitado ao (à) aluno (a) que não responda o questionário na sala de aula, leve-o para casa, não se identifique ao responder o questionário para garantir o anonimato da resposta e deposite o questionário respondido numa urna deixada no laboratório da pesquisa. Garantimos manter o mais amplo, absoluto e irrestrito sigilo profissional sobre a identidade do (a) aluno (a), durante e após o término da pesquisa. Desse modo, a identidade pessoal do (a) aluno (a) será excluída de todos e quaisquer produtos da pesquisa para fins de publicação científica.

Os possíveis benefícios que o(a) aluno(a), sob sua responsabilidade, terá com a pesquisa são que, ao utilizar o modelo anatômico experimentalmente, desenvolva aprendizagens significativas dos conteúdos curriculares para os quais o modelo anatômico foi elaborado.

Esclarecemos que os dados coletados por meio do questionário serão utilizados única e exclusivamente para produção do Relatório de Pesquisa e seus resultados serão publicados em meios de comunicação científica, tais como eventos científicos, livro e/ou revista acadêmica, sempre resguardando sua identidade.

Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual a última página será assinada pela pesquisadora responsável e por você.

Para maiores informações e esclarecimentos sobre a pesquisa e/ou seus procedimentos, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Neli Oliveira de Andrade, pelo telefone nº (68) 999731609 e e-mail neli.oliveiraquim@gmail.com.

Por fim, eu, Neli Oliveira de Andrade, pesquisadora responsável, declaro cumprir todas as exigências éticas contidas nos itens IV. 3, da Resolução CNS N° 466/2012, durante e após a realização da pesquisa.

3. Consentimento

Eu, _____, RG N° _____, CPF N° _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____

declaro que: (a) li e compreendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); (b) que a participação do (a) aluno (a) sob minha responsabilidade, na pesquisa “**Modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular**” é livre e espontânea; (c) eu e o (a) aluno (a) sob minha responsabilidade não teremos nenhum custo e nem seremos remunerados pela participação do (a) aluno (a); (d) posso retirar o consentimento para o(a) aluno(a) sob minha responsabilidade desistir a qualquer momento como participante da pesquisa, sem ter que justificar minha desistência e nem eu e o (a) aluno (a) sob minha responsabilidade sofrer qualquer tipo de coação ou punição.

Diante do exposto, aponho minha rubrica nas duas primeiras páginas do TCLE e minha assinatura abaixo, como prova do meu Consentimento Livre e Esclarecido em permitir que o (a) aluno (a) sob minha responsabilidade participe da pesquisa.

Rio Branco - Acre, _____ de _____ 2019.

Participante da Pesquisa

Neli Oliveira de Andrade
Pesquisador Responsável

ANEXO E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

(Para responsável legal não alfabetizado).

MODELOS CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR.

TCLE aprovado pelo CEP-UFAC

Prezado responsável pelo (a) aluno (a),

Solicitamos seu consentimento para que (o) aluno (a) sobre sua responsabilidade, participe da pesquisa "modelos confeccionados em impressora 3d como uma alternativa para o ensino de geometria molecular.". A participação do (a) aluno (a) sob sua responsabilidade será de grande valia para o ensino de Química, visto que nos permitira aperfeiçoar o uso de modelos didáticos pelos professores.

1. Apresentação

A pesquisa "**Modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular**", tem por objetivo "avaliar o uso de modelos 3D, por meio de aplicação de Projeto Piloto, aplicação de aula teórica-prática, e aplicação de questionário pós aula teórica-prática, na relação ensino-aprendizagem". A população alvo é constituída por alunos de ambos os sexos do 1º ano do ensino médio da Escola Cel. José Plácido de Castro, pertencente à Rede Estadual de Educação situado no município de Porto Acre, estado do Acre. Trata-se de uma pesquisa em nível de Dissertação de Mestrado, realizado pela pesquisadora Neli Oliveira de Andrade e seu orientador Professor Doutor Yuri Karaccas de Carvalho.

2. Esclarecimento

Esclarecemos que a participação do (a) aluno (a), sob sua responsabilidade, na pesquisa "modelos confeccionados em impressora 3d como uma alternativa para o ensino de geometria molecular", consiste em participar de aula teórico-prática e responder questionário pós aula teórico-prática sobre Geometria Molecular.

A participação do (a) aluno (a), sob sua responsabilidade, é voluntária podendo desistir a qualquer momento, não havendo custos materiais ou financeiros para você ou para o (a) aluno (a), bem como não haverá remuneração pela participação do (a) aluno (a). Você tem garantia de plena liberdade de consentir que o (a) aluno (a) sob sua responsabilidade participe da pesquisa, bem como o (a) próprio (a) aluno (a) terá a

garantia de plena liberdade de participar ou não após o seu consentimento. Você poderá recusar-se a consentir que o (a) aluno (a) sob sua responsabilidade ou de retirar seu consentimento em qualquer momento da realização da pesquisa, sem ter que justificar sua desistência e sem que você ou o (a) aluno (a) sob sua responsabilidade sofram quaisquer tipos de coação ou penalidade por parte de seu professor e/ou dos pesquisadores. Os riscos da pesquisa são mínimos, podendo ocorrer possíveis desconfortos emocionais por parte do (a) aluno (a). Esses desconfortos poderão ocorrer por ocasião da emissão das respostas às questões dos questionários ou em decorrência da participação na aplicação dos modelos, visto que podem sentir receio de externar suas percepções sobre a funcionalidade do modelo, utilizado como recursos didáticos durante os processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos para os quais foram produzidos. Para minimizar e/ou excluir tais desconfortos, será solicitado ao (à) aluno (a) que não responda o questionário na sala de aula, leve-o para casa, não se identifique ao responder o questionário para garantir o anonimato da resposta e deposite o questionário respondido numa urna deixada no laboratório da pesquisa. Garantimos manter o mais amplo, absoluto e irrestrito sigilo profissional sobre a identidade do (a) aluno (a), durante e após o término da pesquisa. Desse modo, a identidade pessoal do (a) aluno (a) será excluída de todos e quaisquer produtos da pesquisa para fins de publicação científica.

Os possíveis benefícios que o(a) aluno(a), sob sua responsabilidade, terá com a pesquisa são que, ao utilizar o modelo anatômico experimentalmente, desenvolva aprendizagens significativas dos conteúdos curriculares para os quais o modelo anatômico foi elaborado.

Esclarecemos que os dados coletados por meio do questionário serão utilizados única e exclusivamente para produção do Relatório de Pesquisa e seus resultados serão publicados em meios de comunicação científica, tais como eventos científicos, livro e/ou revista acadêmica, sempre resguardando sua identidade.

Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual terá as duas primeiras páginas rubricadas pela pesquisadora responsável e por você e a última página será assinada pela pesquisadora responsável e por você.

Para maiores informações e esclarecimentos sobre a pesquisa e/ou seus procedimentos, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Neli Oliveira de Andrade, pelo telefone nº (68) 999731609 e e-mail neli.oliveiraquim@gmail.com.

Por fim, eu, Neli Oliveira de Andrade, pesquisadora responsável, declaro cumprir todas as exigências éticas contidas nos itens IV. 3, da Resolução CNS Nº 466/2012, durante e após a realização da pesquisa.

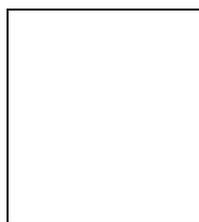
3. Consentimento

Eu, _____, RG Nº _____, CPF Nº _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____

declaro que: (a) li e compreendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); (b) que a participação do (a) aluno (a) sob minha responsabilidade, na pesquisa **“Modelos confeccionados em impressora 3D como uma alternativa para o ensino de geometria molecular”** é livre e espontânea; (c) eu e o (a) aluno (a) sob minha responsabilidade não teremos nenhum custo e nem seremos remunerados pela participação do (a) aluno (a); (d) posso retirar o consentimento para o(a) aluno(a) sob minha responsabilidade desistir a qualquer momento como participante da pesquisa, sem ter que justificar minha desistência e nem eu e o (a) aluno (a) sob minha responsabilidade sofrer qualquer tipo de coação ou punição.

Diante do exposto, aponho minha rubrica nas duas primeiras páginas do TCLE e minha assinatura abaixo, como prova do meu Consentimento Livre e Esclarecido em permitir que o (a) aluno (a) sob minha responsabilidade participe da pesquisa.

Rio Branco - Acre, _____ de _____ 2019.



Responsável Legal pelo aluno (a)

Testemunhas:

1- _____:

Assinatura Legível (não rubricar)

2- _____:

Assinatura Legível (não rubricar)

Neli Oliveira de Andrade
Pesquisador Responsável

ANEXO F - RESULTADO GERAL DO QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS AULA
TEÓRICO-PRÁTICA.

| QUANTIDADE DE ÁTOMOS POR ESTRUTURA. | ACERTOS (A) ERROS (E) | GRUPO A SEM KIT | | GRUPO B COM KIT | |
|--|--------------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|
| | | pré | pós | pré | pós |
| Uma estrutura linear possui 1 átomo central rodeado por outros 2 átomos | A | 4 | 4 | 2 | 6 |
| | E | 2 | 0 | 4 | 0 |
| Uma estrutura tetraédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 4 átomos . | A | 3 | 3 | 2 | 6 |
| | E | 4 | 0 | 4 | 0 |
| Uma estrutura tetraédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 3 átomos. | A | 3 | 4 | 3 | 6 |
| | E | 3 | 2 | 3 | 0 |
| Uma estrutura trigonal possui 1 átomo central, rodeado por outros 3 átomos. | A | 2 | 6 | 2 | 6 |
| | E | 4 | 0 | 4 | 0 |
| Uma estrutura octaédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 6 átomos | A | 5 | 5 | 0 | 6 |
| | E | 1 | 1 | 6 | 0 |
| Uma estrutura octaédrica possui 1 átomo central rodeado por outros 8 átomos | A | 4 | 5 | 0 | 6 |
| | E | 2 | 0 | 6 | 0 |
| ÂNGULOS ENTRE ÁTOMOS | | | | | |
| Uma estrutura linear possui um ângulo de 180°. | A | 3 | 5 | 2 | 6 |
| | E | 3 | 1 | 4 | 0 |
| Uma estrutura tetraédrica possui ângulos de 109,5°. | A | 5 | 4 | 2 | 6 |
| | E | 1 | 2 | 4 | 0 |
| Uma estrutura tetraédrica possui ângulos de 110°. | A | 4 | 5 | 4 | 6 |
| | E | 2 | 1 | 2 | 0 |
| Uma estrutura trigonal possui ângulos de 120°. | A | 6 | 6 | 1 | 6 |
| | E | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Uma estrutura bipiramidal possui ângulos de 90° e 120°. | A | 6 | 6 | 1 | 6 |
| | E | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Uma estrutura octaédrica possui ângulos de 90. | A | 5 | 5 | 3 | 6 |
| | E | 1 | 1 | 3 | 0 |
| GEOMETRIAS DAS MOLÉCULAS | | | | | |
| O modelo A apresenta Geometria tetraédrica | A | 4 | 5 | 3 | 6 |
| | E | 2 | 1 | 3 | 0 |
| O modelo B apresenta Geometria octaédrica. | A | 3 | 5 | 1 | 6 |
| | E | 3 | 1 | 5 | 0 |
| O modelo C apresenta Geometria Bipiramidal. | A | 5 | 6 | 2 | 6 |
| | E | 1 | 0 | 4 | 0 |
| O modelo D apresenta Geometria linear. | A | 2 | 5 | 1 | 6 |
| | E | 4 | 1 | 5 | 0 |
| O modelo E apresenta Geometria trigonal. | A | 3 | 4 | 4 | 6 |
| | E | 3 | 2 | 2 | 0 |

ANEXO G - PLANO DE AULA

1º Ano do Ensino Médio
Geometria Molecular

Disciplina(s)/Área(s) do Conhecimento:

Química

Competência(s) / Objetivo(s) de Aprendizagem:

- Compreender os mecanismos que determinam a configuração geométrica da molécula;
- Identificar as principais geometrias moleculares.

Conteúdos:

- Geometria Molecular;

Palavras-Chave:

Geometria. Moléculas.

Previsão para aplicação:

2 aulas (50 minutos/aula)

Proposta de Trabalho

Aplicação de questionário englobando a forma, a quantidade de átomos e o ângulo das geometrias moleculares simples. Linear, Trigonal plana, Tetraédrica, Bipiramidal e Octaédrica.

Conteúdo

Na sala de aula, dividir a turma em grupos. Depois que os alunos se organizarem, pergunte para eles como os átomos de uma molécula se organizam espacialmente, ou seja, como será a forma geométrica de uma molécula? Caso os alunos não saibam o que são formas geométricas, dar alguns exemplos para eles: linha, triângulo, quadrado e outros. Para facilitar, escreva no quadro a representação da molécula de CO₂. Explique aos alunos que para determinar a geometria temos que indicar o átomo central, usar como exemplo o átomo de carbono. Depois de desenhar a representação da molécula no quadro (usar o kit para montar a molécula) pergunte aos alunos qual forma geométrica se assemelha com a representação da molécula de CO₂? É provável que os alunos digam que é a forma geométrica linha. Caso isso não aconteça

informar isso para eles. Após isto utilizar o kit de moléculas 3D para exemplificar a quantidade de átomos existente em cada molécula, bem como os ângulos entre esses átomos.

Após a explicar o conteúdo, entregar o kit de moléculas 3D para os alunos montarem as estruturas geométricas.

Avaliação

A avaliação se dará através de questionário



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

MODELOS CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D PARA O ENSINO DE
GEOMETRIA MOLECULAR EM QUÍMICA

NELI OLIVEIRA DE ANDRADE

RIO BRANCO – AC

2019

Diante da necessidade de tornar as aulas mais dinâmicas, interativas e mais próximas a realidade dos alunos a respeito da geometria das moléculas nas aulas de Química, optamos pela confecção de 5 modelos 3D das geometrias. Foi possível perceber que os modelos, representaram uma mudança na dinâmica das aulas de química e que as respostas nos pós-testes retratam a vantagem de se utilizar modelos didáticos em sala de aula.

A ideia é que este produto possa servir de apoio didático pedagógico, ampliando a forma de abordagem sobre o tema e trazendo para realidade do aluno os conceitos trabalhados nas aulas teóricas, de forma mais significativa.

I. Título: Modelos confeccionados em impressora 3D para o ensino de geometria molecular em química

II. Sinopse descritiva do produto: Modelo 3D das cinco geometrias moleculares , confeccionado através do site Thingiverse modificados com o programa Meshmixer.

Sua confecção se deu no Laboratório de Anatomia Animal da UFAC/Rio Branco, com intuito de avaliar o modelo 3D das geometrias moleculares na relação ensino-aprendizagem.

III. Autores docentes: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho. Profa. Patrícia Ferreira Peruquetti.

IV. Autor discente: Neli Oliveira de Andrade

V. Público a que se destina o produto: Professores e acadêmicos