

A DIFICULDADE DOS ALUNOS NA VISUALIZAÇÃO DE MOLÉCULAS EM TRÊS DIMENSÕES NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR

MALENA GOMES MARTINS¹, GERALDO FERNANDO GONÇALVES DE FREITAS¹,
PEDRO HERMANO MENEZES DE VASCONCELOS¹

¹ Instituto Federal do Ceará (IFCE)

<malenamartins19@hotmail.com> <gfgfreitas@uol.com.br> <pedrohermano@ifce.com.br>

DOI: <<https://doi.org/10.21439/conexoes.v14i3.1400>>

Resumo. Sempre se ouve dos alunos o quanto a Química é difícil por conter diversas fórmulas e constantes ou até mesmo fenômenos que distanciam-se da realidade do aluno, entretanto durante as aulas de Geometria molecular se escutam reclamações, principalmente no que diz respeito a visualizar moléculas em três dimensões. Com isso o aluno desmotiva-se e passa apenas a decorar as geometrias propostas, não aprendendo, de fato, o conteúdo. Uma forma de minimizar essa abstração consiste em utilizar novas ferramentas de ensino. É o caso dos modelos moleculares que podem ser confeccionados pelos próprios alunos com materiais de baixo custo e fácil acesso, proporcionando assim uma aprendizagem mais significativa do conteúdo de Geometria molecular, por facilitar a visualização de moléculas 3D.

Palavras-chaves: Ensino. Química. Geometria molecular. Visualização de moléculas

A DIFICULDADE DOS ALUNOS NA VISUALIZAÇÃO DE MOLÉCULAS EM TRÊS DIMENSÕES NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR

Abstract. One always hears of the students how much chemistry is difficult to contain diverse formulas and constants or even phenomena that distance themselves from the reality of the student, however during the classes of Molecular Geometry one hears complaints, mainly with respect to visualizing molecules in three dimensions. With this, the student is demotivated and only goes to decorate the proposed geometries, not learning, in fact, the content. One way to minimize this abstraction is to use new teaching tools. It is the case of molecular models that can be made by the students themselves with materials of low cost and easy access, thus providing a more meaningful learning of the content of molecular geometry, for facilitating the visualization of 3D molecules.

Keywords: Education. Chemistry. Molecular Geometry. Visualization molecules

1 INTRODUÇÃO

1.1 A DIFICULDADE DOS ALUNOS NA DISCIPLINA DE QUÍMICA

Para muitos alunos a Química é uma disciplina hercúlea, complicada e de difícil compreensão, diante disso o Ensino de Química tem sido uma das grandes preocupações para pesquisadores em educação nas últimas décadas, afim de tornarem-na mais atraente e menos difícil a sua compreensão.

Por vezes é necessário que o aluno desenvolva um nível de abstração para compreender o arranjo de átomos e moléculas nos espaços, bem como para entender como seus elétrons livres e suas ligações podem interferir nesse arranjo no espaço tridimensional (MELO;

LIMA NETO, 2013).

Tal fato nem sempre acontece, já que os alunos não estão acostumados a imaginar moléculas em 3D, já que estas estão representadas apenas por desenhos em livros (SEBATA, 2006).

Essa dificuldade em visualizar modelos geométricos em três dimensões pode aparecer ainda no ensino fundamental no estudo de Geometria Espacial, na disciplina de Matemática, assim quando o aluno chega ao Ensino Médio e se depara com Geometria Molecular ele logo pode associar sua dificuldade em Matemática para com a Química, já que o aluno precisará de algumas habilidades, como conhecer a geometria espacial e plana, noções de profundidade e espaço e capacidade

de desenhar figuras tridimensionais (SEBATA, 2006).

Tais empecilhos acarretam em um desestímulo por parte do discente, que muitas vezes por não conseguir visualizar as moléculas como são acaba desestimulando-o nas aulas de Química, e isso pode leva-lo a tirar notas baixas ou simplesmente achar que o conteúdo que está sendo repassado não irá lhes trazer benefício algum.

Diante desta situação, a estrutura e comportamento de átomos e moléculas em compostos químicos, tem sido palco de inúmeras pesquisas (MELO; LIMA NETO, 2013). Como por exemplo, pesquisas de dispositivos especiais para excitação elétrica em cristais ou gases que leva à produção da luz laser (light amplification by stimulated emission of radiation) ou seja, amplificação de luz por emissão estimulada de radiação). Uma tecnologia que até pouco tempo atrás era limitada a universidades e centros de pesquisa, hoje já é comum, sendo por exemplo usada em aparelhos de compact discs (CDs), informática, medicina, indústria etc. como sistema de 'leitura' dados (TOLENTINO, 1996), isso prova que mesmo conteúdos abstratos como a Geometria molecular podem ser relacionados ao cotidiano do aluno e assim despertar seu interesse.

Outras pesquisas são feitas na área de Materiais onde o uso de raios X levou à construção das microsondas eletrônicas, que consiste na emissão de raios X típicos (frequência específica) por átomos de materiais, a análise dessas frequências emitidas permite identificar os elementos existentes no material. Na pesquisa científica, os radioisótopos são usados em fisiologia animal e vegetal, para indicar o caminho seguido e as regiões de acumulação de nutrientes, o volume de sangue de um animal etc. Na chamada medicina nuclear, as radiações gama de alta energia (do cobalto 60 e do célio 127) têm sido usadas em radioterapia para o tratamento de tumores cancerígenos (TOLENTINO, 1996).

Mesmo com tantas pesquisas e com uma ampla utilização no cotidiano do aluno, ainda é observada grande dificuldade no entendimento de tais conteúdos.

Apesar de tantos recursos tecnológicos disponíveis, professores e alunos ainda sentem dificuldade de utilizá-los em sala de aula, seja pelo custo que muitas vezes é bastante elevado como também pela disponibilidade do mercado ou internet de baixa qualidade. Desta forma os professores preferem continuar ministrando aulas apenas expositivas para cumprir o cronograma curricular proposto no início do ano letivo (LIMA FILHO et al., 2011).

As práticas pedagógicas utilizadas em sala de aula podem facilitar a compreensão na disciplina de Química. Devido ao nível de abstração o professor pode

então buscar métodos para dinamizar a aula fazendo com que o aluno interaja e conseqüentemente aprenda o conteúdo de forma significativa. Aulas experimentais podem ser uma ótima forma de o aluno visualizar o que acontece na prática, já que alguns citam que a falta destas atividades é um dos motivos que geram desinteresse no estudo de Química (PEREIRA et al., 2013).

É preciso que o professor inove, saia do comodismo da rotina e transforme sua aula em uma aula de descobertas onde o aluno sinta prazer em aprender e que ele veja a disciplina de Química como algo que ele possa observar em seu cotidiano e perceber os fenômenos que acontecem no mundo a sua volta (CHASSOT, 2006).

Por vezes a Química é ensinada como uma disciplina de memorização, em que decoram-se fórmulas, modelos atômicos e moléculas, e o professor faz uso apenas do livro didático nas aulas (LIMA FILHO et al., 2011).

Para se proporcionar uma aprendizagem significativa o professor deve fazer uso de métodos que auxiliem os alunos em uma melhor compreensão do que se é ensinado, aulas práticas, modelos e jogos pedagógicos são boas formas de tornar o ensino atrativo e despertar o interesse pelo estudo da disciplina, auxiliando o aluno a construir seu próprio conhecimento (LIMA FILHO et al., 2011).

O que às vezes torna-se difícil já que muitos professores têm carga horária elevada e muitas turmas, mas caso ele faça uso dessas tecnologias o retorno pode ser bastante significativo (FIALHO, 2008).

Mesmo diante de tantas ferramentas inovadoras no campo da educação, tais como: a introdução da informática, o uso de multimídias, a interação via internet, etc., por sua vez tão importantes e em ascensão hoje, o professor ainda encontra muitas dificuldades em sala de aula, principalmente no que diz respeito à motivação dos alunos para a aprendizagem (FIALHO, 2008).

Um dos grandes desafios no ensino de Ciências é buscar metodologias diferentes para que os educandos consigam as competências e habilidades necessárias para a sua formação, num contexto social e tecnológico. Caso contrário os alunos não darão o valor necessário a disciplina e estudarão apenas para obter uma nota ou passar de ano, já que por não compreenderem o ensinado acham que o conteúdo não será de valia para sua vida futura seja como profissional ou acadêmica (BARBOSA; JESUS, 2009).

Como cita Sebata (2006) em uma de suas experiências profissionais, os alunos afirmavam que não demonstravam interesse por não compreender o conteúdo, porque o professor utilizar uma linguagem complicada e que as imagens disponibilizadas no livro às vezes complicavam ainda mais por não serem muito claras.

A linguagem que o professor utiliza é uma linguagem científica, a qual o aluno não está acostumado a ouvir, e com alguns termos tentar relacionar a palavra com o cotidiano torna-se difícil, como, por exemplo, explicar o conceito de mol. Que significa: “Unidade de medida utilizada para expressar a quantidade de massas atômicas em gramas definida como 1/12 da massa de um átomo de carbono-12 (^{12}C) em seu estado fundamental”. Outro conceito científico difícil dos alunos assimilarem é número de Avogadro que tem como objetivo fazer uma conversão de unidade de massa atômica (u) para gramas (g), é preciso ter $6,02 \times 10^{23}$ átomos de um elemento para que sua massa em unidades de massa atômica seja expressa em gramas. E juntar $6,02 \times 10^{23}$ para que a massa seja de 1 g (Química Nota 10, 2012).

O Instituto Estadual Rui Barbosa em seu blog Química Nota 10 (2012), faz algumas analogias relacionando número de mol, Constante de Avogadro e Unidade de Massa Atômica:

Se, ao nascer, você ganhasse 1 mol em dinheiro para gastar a cada segundo de vida um real sabe em quanto tempo esse dinheiro acabaria? Seriam necessários 190.892.947.742.262.810 anos, 275 dias, 22 horas, 13 min, 19 seg, 59 milionésimos e certamente sua descendência não reclamaria da falta de dinheiro. Se tivesse como cobrir o território brasileiro utilizando um número de Avogadro de grãos de milho, estaríamos imersos em aproximadamente 15 km de profundidade. Se pudessemos contar átomos numa taxa de 10 milhões por segundo, demoraríamos cerca de dois bilhões de anos para contar 1 mol de átomos.

Esses são exemplos de relações que podem facilitar a compreensão da quantidade de um número de mol, mas relacionar conceitos abstratos nem sempre é fácil.

1.2 DIFICULDADE DOS ALUNOS NA VISUALIZAÇÃO DE MOLÉCULAS 3D

Nós seres humanos estamos há muito tempo acostumados com as imagens. A imagem é um dos meios de comunicação mais antigo que se conhece já que desde a era primitiva nossos ancestrais já utilizavam pinturas como forma de comunicar-se (SEBATA, 2006).

A relação do homem com a imagem se dá desde o Período Paleolítico Superior cerca de 10.000 a.C. onde o Homem Cro-Magnon utilizava pinturas rupestres para representar situações de seu dia a dia como à caça aos animais, lutas, astronomia e até mesmo as formas geométricas. No Brasil pesquisadores defendem que as pinturas rupestres tenham sido feitas não pelos índios, mas pelos gregos vikings ou fenícios que tenham passado por aqui (BURNS, 2010).

Atualmente a linguagem visual é bastante utilizada seja na mídia como anúncios de vendas em outdoors,

em charges e ilustrações em revistas e jornais, sinalizações de trânsito, e para os jovens ela tornou-se uma revolução na estratégia de comunicação, a indústria iconográfica representa reações e sentimentos na internet substituindo o texto escrito convencional (SEBATA, 2006).

Então se a imagem está tão presente em nosso cotidiano porque os alunos sentem dificuldade de interpretá-las? No conteúdo de geometria molecular o aluno terá que observar não a imagem simples em duas dimensões, mas terá que fazer com que seu cérebro perceba uma imagem em três dimensões. O que para alguns isso é bastante simples, para outros é praticamente impossível visualizar naquela imagem de bolas e bastões interligados uma figura geométrica tridimensional.

As dificuldades dos alunos de observarem imagem pode ser devido a alguns fatores como dificuldade em interpretar imagens ou no caso do componente curricular Geometria Molecular a dificuldade em visualizar moléculas em três dimensões, já que nesse conteúdo a dimensão espacial é de fundamental importância para a compreensão e elucidação de questões (FARIAS et al., 2014).

No ensino de Química existem diversos tipos de modelos que podem ser utilizados nas aulas de Química, atômicos, moleculares, geométricos etc. e muitas vezes os alunos sentem dificuldade em visualizar esses modelos, o que pode levá-los a ter uma concepção errada da disciplina caso eles não tenham compreendido cada modelo científico apresentado pelo professor (MELO; LIMA NETO, 2013).

Nas aulas de Química geralmente esses modelos são elaborados mentalmente pelos alunos. Talvez por isso muitos não consigam imaginar a forma correta apresentada pelo professor, mas compreender essas representações é de fundamental importância para a assimilação do conteúdo.

Estudos comprovam a importância da concepção adequada do que seja modelo científico. Na Química, trabalhamos com diversos modelos e os educandos elaboram modelos mentais que podem ou não se aproximar dos modelos científicos (MELO; LIMA NETO, 2013).

Para entender Química é preciso que se tenha muita percepção visual na medida em que para as explicações fornecidas aos fenômenos que se observam no mundo real são construídos modelos que envolvem moléculas, átomos e partículas subatômicas, a fim de lidar com a ideia dessas entidades foram construídos vários tipos de representações que funcionam como alicerces ao desenvolvimento da Química (FARIAS et al., 2014).

Nas aulas é comum vermos o estudo de moléculas, de reações, mas não de modelos de moléculas, modelos

de reações, dando a impressão que os químicos trabalham com entidades palpáveis e visíveis, quando na verdade são criações humanas, para que possam auxiliar na compreensão de fenômenos. Os alunos precisam perceber que os modelos são construções provisórias e suscetíveis de aperfeiçoamento, e que avançam para formas cada vez mais poderosas, abrangentes e úteis para explicar a realidade ao longo da história da ciência (MELO; LIMA NETO, 2013, p. 112).

Um dos grandes problemas para o aprendizado de Química reside na dificuldade, por parte dos estudantes, em transitar nesses níveis de representação, o que é a base no desenvolvimento da ciência Química. Ressalta-se, no entanto, que vários estudos demonstram que existe uma correlação entre a habilidade visuo-espacial (capacidade de realizar transformações entre representações 2D e 3D) (FARIAS et al., 2014).

A geometria molecular utiliza bastante a representação de moléculas em três dimensões no espaço, já que devido a repulsão dos pares de elétrons não ligantes eles tomam formas geométricas diferentes e cada ligação ocupará lugares diferentes no espaço, cada uma com suas respectivas distâncias em ângulos (KOTZ; TREICHEL, 2005).

Para o ensino de Geometria molecular a imagem é de fundamental importância para que o aluno consiga ver os tipos de ligação que os átomos estão realizando e para que possam observar a geometria e os ângulos em que estão dispostas essas ligações, facilitando assim a compreensão do conteúdo, sem a utilização de imagens o professor teria ainda mais dificuldade de mostrar aos alunos as disposições dos átomos em três dimensões (SEBATA, 2006).

O ensino de Geometria molecular por vezes é repassado aos alunos apenas superficialmente ou com ênfase em decorar as geometrias ângulos e hibridizações, causando assim no aluno a impressão que é um conteúdo insignificante e desmotivando o aprendizado (SEBATA, 2006).

Em alguns casos o professor prefere nem abordar esse conteúdo em sala de aula, seja devido ao tempo já que o currículo possui muitos conteúdos para ser abordado durante o ano letivo, ou devido o professor achar que não é necessário os alunos verem tal conteúdo, ou até mesmo quando o professor sente dificuldade no conteúdo e não se sente seguro. Em todos os casos é preciso que se desenvolvam métodos que facilite a aprendizagem do aluno, já que o professor tem como função facilitar a transmissão do conhecimento (FREIRE, 1996).

O desenvolvimento de métodos de ensino-aprendizagem de baixo custo é importante para estimular o aprendizado do aluno, possibilitando assim a compreensão do conteúdo com mais facilidade, dessa

forma o aluno poderá aprender a Química não só na sala de aula, mas também conseguirá identificá-la em seu cotidiano (FRANÇA et al., 2012).

Em geral, os alunos apresentam dificuldades para aprender as noções mais simples de Geometria Molecular como, por exemplo, a tridimensionalidade e a relação a fórmula molecular, as características da molécula e estrutura geométrica (CREPPE, 2009).

Segundo Farias et al. (2014) o uso de modelos tridimensionais comparando-se com as representações bidimensionais, facilitam o entendimento das fórmulas e disposição espacial dos átomos nas moléculas. Tendo, portanto por parte dos alunos uma melhor compreensão e visualização dessas moléculas em três dimensões quando comparadas apenas as imagens vistas no livro didático.

Considerando as dificuldades que os alunos têm em visualizar esses modelos moleculares em três dimensões, o uso de modelos pedagógicos como ferramentas de aprendizado é promissor (FARIAS et al., 2014). A capacidade de visualização tridimensional não é algo natural para muitos alunos, isso cria um obstáculo considerável no processo de aprendizagem daqueles que se apresentam limitados diante desta necessária habilidade (CARDOSO; MOURA, 2008).

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. Por isso a importância de contextualizá-los bem para que facilite a compreensão, para que possam adquirir conhecimentos significativos em relação a disciplina de Química (ALMEIDA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Para que os alunos possam ter uma aprendizagem significativa em relação a observação e determinação da Geometria Molecular é necessário ter alguns conhecimentos prévios como, por exemplo, número atômico, ligações químicas, regra do octeto, hibridização dos orbitais e teoria de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (REIS, 2010).

O aluno também precisará de alguns conhecimentos matemáticos sobre geometria espacial e plana e ângulos, já que cada geometria determinará o ângulo de ligação entre cada átomo ligante que está realizando ligações com o átomo central (FARIAS et al., 2014).

2 OBJETIVOS

Analisar a utilização de materiais alternativos na disciplina de Química nos cursos Tecnológicos em Gestão Ambiental e Tecnologia de Processos Químicos, ambos de nível superior no conteúdo de Geometria Molecular

e o desdobramento para aprendizagem significativa de Química, reduzindo assim a dificuldade na visualização de moléculas em três dimensões.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza localizado na Avenida 13 (treze) de Maio no Bairro Benfica número 2081, com o intuito de comparar a eficiência do modelo molecular proposto, confeccionado a partir de materiais alternativos visando uma melhor visualização das moléculas no conteúdo de Geometria Molecular, proporcionando assim uma aprendizagem mais significativa do conteúdo.

As turmas as quais as aulas foram aplicadas no IFCE pertencem ao Curso Tecnológico em Gestão Ambiental e ao Curso de Tecnologia e Processos Químicos. Em ambas as turmas as aulas pertencem a disciplina de Química Geral I do primeiro semestre dos referidos cursos, que tem como Docente o Professor Dr. Geraldo Freitas orientador deste trabalho. Participaram das aulas um total de 30 (trinta) alunos, 8 (oito) alunos na turma do Curso Tecnológico em Gestão Ambiental e 22 (vinte e dois) alunos na turma do Curso de Tecnologia e Processos Químicos. As aulas foram ministradas no mesmo dia, mas em horários diferentes para cada turma. A metodologia utilizada na pesquisa foi a Pesquisa-ação.

Após observações em sala de aula foi possível listar as principais dificuldades dos alunos no conteúdo de Geometria Molecular que podem ser: a visualização das moléculas em 3D, a definição do átomo central, definir os ângulos de ligações e se a molécula terá ou não elétrons livres influenciando assim na sua geometria molecular.

Os modelos utilizados na confecção das moléculas, foi confeccionado a partir de bolinhas de isopor de dois tamanhos diferentes, as maiores (100mm) foram usadas para serem o átomo central e as menores (75mm) os átomos ligantes.

Foram utilizados também palitos de dente representando as ligações entre os átomos e alfinetes que representavam os elétrons livres ou balões que poderiam representar as nuvens eletrônicas, ficava ao critério do aluno escolher os alfinetes ou os balões.

A aula foi ministrada no estilo “tradicional” utilizando-se apenas de quadro e pincel, durante a aula os alunos aprenderam a construir seus próprios modelos moleculares utilizando os materiais citados anteriormente (palitos de dente, bolinhas de isopor, balões de borracha e alfinetes) com ajuda do professor.

Ao fim da aula foi proposto um questionário onde os dados dessa pesquisa foram coletados a partir da avalia-

ção dos questionários, nos quais as respostas dos alunos foram catalogadas em gráficos e tabelas.

A Figura 1 representa uma molécula de Trifluoreto de Boro (BF_3) representada através do modelo molecular proposto durante a aula, construída com bolinhas de isopor e palitos de dente, representando a geometria molecular trigonal plana.



Figura 1: Molécula Trigonal Plana Construída com Material Alternativo.

Fonte: Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que o aluno possa ter uma aprendizagem significativa é preciso buscar novos métodos ou alternativas de ensino com recursos que possibilitem aos alunos criarem seus próprios conceitos e aprender de forma dinâmica (LIMA FILHO et al., 2011).

A seguir as respostas dos alunos quando perguntado se sentiram uma maior facilidade na visualização de moléculas em três dimensões com a utilização do modelo molecular proposto na segunda aula ministrada como mostra o gráfico da Figura 2.

Como pode ser visto no gráfico acima 66,6% dos alunos indicaram que a aula com a construção dos modelos pedagógicos construídos com materiais alternativos facilitou a visualização de moléculas tridimensionais, 30% afirmam que a utilização dos modelos facilitou muito.

Apenas 3,3% disseram que aprender a construir seu próprio modelo molecular e sua utilização na aula de Geometria Molecular facilitou pouco a visualização tri-

O modelo que foi apresentado facilitou na visualização de moléculas 3D?

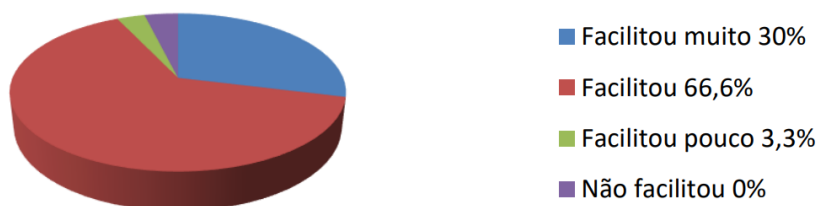


Figura 2: Resposta dos alunos se o modelo molecular facilitou a visualização de moléculas 3D.
Fonte: Autor

dimensional das moléculas e nenhum dos alunos marcaram a alternativa que indicava que a utilização dos modelos propostos, não facilitavam a visualização 3D de moléculas.

Logo a partir dos dados do Gráfico 01 se pode concluir que a utilização de modelos moleculares facilita a visualização de moléculas 3D no conteúdo de Geometria Molecular. A utilização de modelos moleculares físicos que objetivam a visualização tridimensional das moléculas, não se restringe a apenas a determinar a forma geométrica das moléculas, esses modelos facilitam também o entendimento de assuntos como ligações químicas, polaridade, estequiometria etc. além de poder ser utilizados em bioquímica e biologia molecular (COSTA et al., 2016).

Logo a Aprendizagem Significativa de forma representacional onde símbolos passam a determinar certos objetos ou eventos (MOREIRA, 2012) não se restringem apenas ao conteúdo de Geometria molecular, visto que a Química é repleta de símbolos, formas, moléculas etc. todas a fim de representar conceitos e teorias que até então o aluno considera como difícil de ser imaginado, ou visualizado como no caso das Geometrias moleculares.

Por isso a importância de se trabalhar com aprendizagens representacionais e concretas no conteúdo de Geometria Molecular, juntas elas facilitam a compreensão do aluno e proporcionam uma aprendizagem mais significativa.

No questionário também foi perguntado aos alunos se eles acharam importante terem aprendido a construir seu próprio modelo molecular e se isso os auxiliou no seu processo de Aprendizagem, as respostas podem ser vistas no gráfico da Figura 3.

Como pode ser visto no gráfico acima 70% dos

alunos disseram que auxiliou muito em sua aprendizagem aprender a construir seu próprio modelo molecular, 20% disseram que construir o modelo molecular com materiais alternativos auxiliou muito e apenas 10% afirmaram ter sentido pouco auxílio no processo de ensino aprendizagem com a construção do seu próprio modelo molecular, não houveram alunos quem marcaram a opção em que diz que não sentiu nenhum auxílio com a produção do modelo molecular e a relação com sua aprendizagem.

Sendo, portanto 90% de 30 (trinta) alunos sentiram que aprender a construir seu próprio modelo pedagógico a partir de materiais alternativos auxilia de alguma forma em seu processo de ensino aprendizagem.

No mercado existem diversos kits de modelos comerciais disponíveis para compra, porém tem custo elevado, uma alternativa para alunos e professores é a construção destes com materiais de baixo custo, como insumos para artesanato e materiais recicláveis (COSTA et al., 2016).

Aprender a construir seu próprio modelo molecular é uma forma de aproximar o aluno do conteúdo que está sendo estudado, pois o aluno está construindo seu próprio conhecimento, além do que quando se utiliza materiais alternativos ou recicláveis é uma forma de o aluno enxergar o conteúdo em seu cotidiano (PELIZZARI et al., 2002).

A última pergunta do questionário indagava aos alunos as dificuldades sentidas na utilização do modelo molecular proposto durante a aula, nesta pergunta os alunos eram orientados a respondê-la apenas se tivessem sentido dificuldade, essa questão era discursiva e os alunos teriam que descrever suas dificuldades tanto na confecção quanto na utilização dos modelos moleculares, como pode ser vista nas respostas dos alunos.

Aprender a construir seu próprio modelo molecular auxiliou no seu processo de aprendizagem?

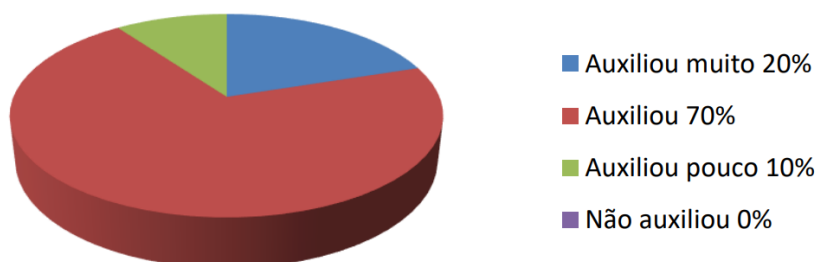


Figura 3: Resposta dos alunos se a construção do modelo molecular auxiliou na aprendizagem..

Fonte: Autor

- Aluno 01: “Senti dificuldade em fazer a disposição dos elétrons”;
- Aluno 02: “Me confundo ainda em descobrir o átomo central”;
- Aluno 03: “Não consigo lembrar o nome da geometria”;
- Aluno 04: “Compreender os modelos moleculares”;
- Aluno 05: “Sinto dificuldade no formato das estruturas”;
- Aluno 06: “Não consigo dizer o número de ligações”;
- Aluno 07: “Entender a TRPECV”;
- Aluno 08: “Não houve é fácil de fazer e de montar!”.

63,3% dos alunos não responderam essa pergunta no questionário, indicando, portanto, que não sentiram dificuldade na utilização do modelo molecular.

Todas as respostas dos alunos indicam dificuldades relacionadas ao conteúdo de Química e não particularmente ao modelo molecular que os alunos aprenderam a confeccionar durante a aula.

Ainda sobre a última pergunta, temos um dos estudantes afirmando sentir dificuldade nos formatos da estrutura, o que pode ser considerado dois fatores, primeiro o aluno realmente sentiu dificuldade em manusear o modelo molecular construído a partir de materiais alternativos e segundo uma dificuldade que permeia

desde o Ensino Fundamental no ensino de Matemática em relação as formas geométricas e que perpetua até o presente momento.

E ainda teve uma resposta que não era esperada, onde um dos alunos diz que não houve dificuldade, que o modelo era fácil de montar e manusear, essa resposta não era esperada, pois, apenas as dificuldades em relação ao modelo deveriam ser citadas.

5 CONCLUSÃO

Visto que as dificuldades dos alunos em visualizar moléculas em três dimensões no conteúdo de Geometria molecular é corriqueira, uma prática pedagógica que, de acordo com a literatura, traria resultados positivos seria a utilização de modelos moleculares que os auxiliassem a melhor visualização em 3D (três dimensões), porém há a problemática de que modelos moleculares são de difícil acesso e de alto custo, não sendo compatível com a realidade financeira da maioria dos alunos e professores.

Desta forma uma solução prodigiosa seria a utilização de materiais alternativos, de baixo custo e fácil acesso, com eles os alunos aprenderiam a confeccionar seus próprios modelos sem um grande ônus.

Quando os alunos aprendem a confeccionar seus próprios modelos pedagógicos aprender o conteúdo torna-se mais prazeroso, além de proporcionar uma maior compreensão já que o aluno transforma aquela imagem que vê apenas nos livros em algo palpável e isso facilita a visualização das moléculas no conteúdo de Geometria Molecular, fazendo com que haja uma aprendizagem mais significativa do que lhe é ensinado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C.; SILVA, N. C.; CARVALHO, W. C. **Utilização de Modelos Moleculares Versáteis de Baixo Custo na Representação Tridimensional das Cadeias Carbônicas**. 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0956-1.pdf>>. Acesso em: dez. 2015.
- BARBOSA, A. R.; JESUS, J. A. **A Utilização De Materiais Alternativos Em Experimentos Práticos De Química E Sua Relação Com O Cotidiano**. 2009. Disponível em: <<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T77.pdf>>. Acesso em: dez. 2015.
- BURNS. **História da Civilização Ocidental**. 2010. Disponível em: <<https://cesarmangolin.files.wordpress.com/2010/02/burns-historia-da-civilizacaoocidental-vol1.pdf>>. Acesso em: mar. 2016.
- CARDOSO, A.; MOURA, J. A. d. S. A realidade virtual como uma ferramenta para o ensino da geometria molecular. **Revista Ceciliana**, Universidade Santa Cecília, v. 1, n. 29, p. 115–122, 2008.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: Questões e Desafios Para a Educação**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2006.
- COSTA, F. G. M.; SILVA, L. C.; COLARES, R. P.; FONSECA, A. M. **Modelos Moleculares Físicos e Virtuais no Ensino de Química**. Unilab, 2016.
- CREPPE, C. H. **Ensino de Química Orgânica para Deficientes Visuais Empregando Modelo Molecular**. 2009. Disponível em: <http://www2.unigranrio.br/unidades_adm/pro_reitorias/propep/strictodissertacao_carlos_henrique_creppe.pdf>. Acesso em: abr. 2016.
- FARIAS, F. M. C.; DEL-VECCHIO, R. R.; CALDAS, F. R. R.; MATOS, J. A. M. G. Construção de um modelo molecular: Uma abordagem interdisciplinar química-matemática no ensino médio. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 849–863, 2014.
- FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. In: **Congresso nacional de educação**. Brasil: XIII EDUCERE, 2008. v. 6, p. 12298–12306.
- FRANÇA, M. C.; ROLIM, L.; CORREIA, M. J. M.; JÚNIOR, M. S. S.; JUNIOR, L. C. R.; CAMELO, D. Recurso didático alternativo para aula de eletroquímica. In: **II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**. Santo Ângelo: ciecitec, 2012.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 1. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- INSTITUTO ESTADUAL RUI BARBOSA. **Química Nota 10**. 2012. Disponível em: <<http://quimicaruibarbosa.blogspot.com.br/2012/04/conceito-de-mol.html>>. Acesso em: mar. 2016.
- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. **Química e reações Químicas**. 6. ed. São Paulo: Pioneiro Thomson Learnin, 2005. v. 1 & 2.
- LIMA FILHO, F. d. S.; CUNHA, F. P.; CARVALHO, F. S.; SOARES, M. F. C. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: uma abordagem sobre novas metodologias. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia**, v. 7, n. 12, p. 166–172, 2011.
- MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112–122, 2013.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? currículum. **La Laguna**, v. 25, n. 1, p. 29–56, 2012.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. d. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.
- PEREIRA, A.; FONSECA, K.; MONTEIRO, G.; ZANATA, M.; FLORÊNCIA, V. **Uso de Materiais Alternativos em Aulas Experimentais de Química**. 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/14/3127-16955.html>>. Acesso em: jan. 2016.
- PONTES, A. N.; SERRÃO, C.; FREITAS, C.; SANTOS, D.; BATALHA, S. O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação. In: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Curitiba, PR: XIV ENEQ, 2008.
- REIS, M. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. v. 1.
- SEBATA, C. E. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular**. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, 2006.

TOLENTINO, M. **O Átomo e a Tecnologia.**

Química Nova na Escola. 1996. Disponível em:

<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/quimsoc.pdf>>.