

ChemsSketch: uma breve análise do seu impacto no desenvolvimento das habilidades visuoespaciais de alunos do Instituto Federal do Amazonas – IFAM

Luiz Eduardo L. da Silva^{2*}, Raimundo W. F. Mendonça², Joiane R. Leite², Paula R. M. Meotti¹, Euricleia G. Coelho¹, Mayana G. P. de Souza²

¹Professor da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Humaitá, Amazonas, Brasil, ²Discente da Universidade Federal do Amazonas, Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, Humaitá, Amazonas, Brasil. *l.eduh.limabq@gmail.com

Recebido em: 30/03/2019 Aceito em: 19/06/2019 Publicado em: 28/06/2019

RESUMO

Neste trabalho, foi realizado uma análise com estudantes da 3^o série do ensino médio do Instituto Federal do Amazonas (IFAM) em Humaitá-AM, utilizando o software ChemsSketch para o estudo e a compreensão da isomeria geométrica. O uso dessa ferramenta visava o favorecimento das habilidades visuoespaciais e do aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem, auxiliando os estudantes na diferenciação dos isômeros. Para tal análise utilizou-se de aporte, a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), que tenta esclarecer o desenvolvimento da habilidade cognitiva de estudantes a partir do contato dos mesmos com softwares e sistemas computadorizados. Os resultados apontam para um ganho cognitivo dos estudantes, aparentando adquirir a capacidade de representar compostos moleculares com características visuoespaciais mais claras, após o uso do *software*.

Palavras-chave: Isomeria. Aprendizagem. TMC.

ChemsSketch: a brief analysis of its impact on the development of visuospatial skills of students of the Federal Institute of Amazonas – IFAM

ABSTRACT

In this work, an analysis was carried out with students of the 3rd grade of the Federal Institute of Amazonas (IFAM) in Humaitá-AM, using ChemsSketch software to study and understand the geometric isomeria. The use of this tool was aimed at favoring visuospatial abilities and improving the teaching-learning process, helping students to differentiate the isomers. For this analysis we used the Cognitive Mediation Theory (CMT), which attempts to clarify the development of students' cognitive ability from their contact with software and computer systems. The results point to a cognitive gain of the students, seeming to acquire the capacity to represent molecular compounds with clear visuospatial characteristics, after the use of the software.

Keywords: Isomeria. Learning. CTM.

INTRODUÇÃO

As dificuldades de ensino e aprendizado de diversos conteúdos de Química tem sido uma realidade constante nos âmbitos escolares por todo o Brasil, já é de conhecimento de vários autores que o ensino de Química apresenta diversas problemáticas, pois a compreensão dos processos e eventos que ocorrem nas diversas áreas que compreendem a Química muitas vezes são intangíveis e complexas a cognição dos alunos de Ensino Médio.

Schnetzler (2002, p. 14) ao realizar um estudo sobre as conquistas e perspectivas das pesquisas em ensino de química no Brasil, comenta que ao se iniciarem as pesquisas na área de educação em Química havia por parte dos pesquisadores uma ideia muito reduzida do que de fato eram as pesquisas na área de educação, eles a viam como algo meramente prático e nada mais do que uma aplicação de teorias e modelos das ciências humanas, principalmente a psicologia. Esse quadro mudou devido o surgimento de outras problemáticas no campo da didática das Ciências, passando-se assim a olhar para o profissional de Química, e assim conjuntamente pesquisar não só problemáticas de aprendizado, mas também de formação, visando um profissional pesquisador. É justificável a relevância da área de didática das Ciências; devido a produção cada vez maior de conhecimento científico e tecnológico que impõe aos países a necessidade de cidadãos com uma alfabetização científica de qualidade.

Portanto para Schnetzler (2002, p. 15) a identidade do campo da didática das Ciências está diretamente ligada a especificidade do conhecimento científico, ou seja, sua identidade está ligada intrinsecamente a raiz das problemáticas de ensino-aprendizagem que o objeto de estudo apresenta dentro de um contexto, isso acarreta então, na busca e no aprimoramento de metodologias e ferramentas didáticas com intuito de melhorar o ensino de dado conteúdo e que mais do que apenas melhorar o ensino, possa ocasionar reelaborações conceituais e adaptações didáticas pertinentes a contextos escolares específicos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o ensino de química, no que tange suas competências, deve ser pautado no desenvolvimento das potencialidades e capacidades do aluno em pesquisar, buscar informações, abalizá-las e selecioná-las e, além disso, de possuir a capacidade de aprender, criar, formular, não apenas memorizando de forma superficial o conhecimento, mas possuindo a plena capacidade de formular questões, diagnosticar e

propor soluções para problemas reais e que acompanham seu cotidiano em quaisquer contexto que o mesmo esteja inserido (BRASIL, 2006).

No entanto ao se analisar os contextos escolares no Brasil, percebe-se uma realidade totalmente contrária ao que é estabelecido nos PCN's. As diversas problemáticas, vão da falta de infraestrutura para se conduzir um ensino como é idealizado nos PCN's, passando por particularidades na formação docente (geralmente apresentando adversidades e não permitindo a formação de profissionais pesquisadores e tornando-os na maioria das vezes meros transmissores de informações e conteúdo) e chegando aos problemas de aprendizagem dos alunos, que trazem consigo muitas deficiências, ocasionadas pela má qualidade de ensino, e dificuldades na compreensão, assimilação e acomodação de novos conhecimentos.

Portanto, este trabalho visou averiguar a evolução representacional dos alunos da 3ª série do Curso Técnico de Informática do Instituto Federal do Amazonas (IFAM) em Humaitá – AM, utilizando-se do software ChemsSketch como ferramenta metodológica/didática para a construção dos modelos moleculares e baseando-se nas concepções de aprendizagem postulada pela Teoria da Mediação Cognitiva (TMC). Essa avaliação se deu de forma qualitativa através da análise dos desenhos feitos pelos alunos.

Segundo Correia et al., (2010, p. 86) a isomeria foi um conceito criado em 1830 quando foi observado através de experimentos de síntese orgânica, realizados por Berzelius, a existência de compostos orgânicos que apresentavam em sua constituição mesma fórmula molecular, porém suas propriedades físicas e químicas se distinguem, esses compostos foram então “batizados”, por ele de isômeros, palavra que deriva do grego *isso* = mesmo e *meros* = parte, ou seja, partes iguais. Nos isômeros planos a fórmula em estrutura plana, permite com que haja a diferenciação dos isômeros, os alunos por sua vez conseguem representá-los melhor dessa forma, entretanto certos isômeros, conhecidos como isômeros geométricos, apresentam diferenciação, apenas, quando representados em 3D.

É importante então para a melhor compreensão da isomeria geométrica, o aluno possuir as habilidades visuoespaciais bem desenvolvidas. As habilidades visuoespaciais segundo Raup et al., (2009 p. 66) derivam do conceito de visualização espacial, onde é possível realizar a transição entre os diferentes níveis de representação de um fenômeno químico, compreendendo também a capacidade de rotação mental e percepção espacial,

essas três categorias envolvem o pensar em imagens, bem como a capacidade de perceber, transformar e recriar diferentes aspectos do mundo visual e espacial.

Segundo Raup et al., (2009) a habilidade visuoespacial é necessária na promoção da transformação entre representações em 2D e 3D, sabe-se que a visualização é importante na área da Química, pois serve de suporte para a aprendizagem e realização de operações cognitivas espaciais, assim através do exercício e execução dessas operações é possível internalizar as imagens externas, e assim manipulá-las mentalmente, e tornando a externizá-las posteriormente. Silva e Ribeiro (2008) argumentam que “para superar essas dificuldades [de compreensão de modelos químicos], pesquisadores e educadores têm sugerido uma variedade de abordagens instrucionais, como, por exemplo, o uso de modelos e ferramentas tecnológicas”.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) têm sido muito utilizadas para a melhoria da Educação e da compreensão dos alunos, sobre diversos conteúdos de Química. O nível de desenvolvimento tecnológico pelo qual a sociedade vem passando é acompanhado de um grande número de processos de transição. Um desses processos diz respeito à passagem da tecnologia analógica para a digital. Com isso podemos perceber que cada vez mais as tecnologias vêm ganhando espaço no campo de ensino-aprendizagem nas escolas auxiliando educadores na disseminação das tecnologias da informação e comunicação (BIANCHETTI, 2001).

A introdução das TIC's, é defendida por diversos autores, onde acreditam no potencial de restaurar o currículo e redefinir as práticas pedagógicas. Nesse contexto, o educador possui um importante papel, pois com o uso das TIC's o professor “terá de refletir sobre as várias formas de construção do conhecimento. Por isto, deverá repensar a metodologia e o processo ensino-aprendizagem num ambiente interativo e dinâmico” (BARROQUEIRO et al., 2009, p. 06).

O ChemsSketch é um software de estruturação molecular desenvolvido pela Química Avançada. A empresa que o fez, projetou para ser usado separadamente ou integrado com outras aplicações. Apesar dele ser disponibilizado apenas no idioma inglês, é um programa de fácil manipulação e usabilidade, sendo empregado na realização de diversas tarefas. Tem sido usado, principalmente, para desenhar estruturas químicas, reações e diagramas esquemáticos. Também pode ser usado para projeções em 3D. Trazendo facilidades que podem ser aproveitadas no ensino da química nas

séries finais do ensino médio e no ensino superior (RAUPP et al., 2010 p. 22; GOMES; FILHO, 2012).

De acordo com Raup et al., (2010):

A Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) é uma perspectiva acerca da cognição humana a qual se propõe a servir de um modelo científico coerente da mente humana que venha a sintetizar as principais expectativas oriundas da Epistemologia Genética, da Teoria dos Campos Conceituais, do Sócio-Construtivismo e da Teoria Triárquica, incorporando os seus conceitos fundamentais de forma complementar. É também um objetivo da TMC tentar explicar os impactos da introdução das novas tecnologias da informação e da comunicação na sociedade em termos das mudanças cognitivas e individuais resultantes de tal processo, algo ainda por ser realizado de forma satisfatória e difícil de ser realizado à luz das teorias cognitivas tradicionais. Assim, propõe-se que seres humanos adquirem conhecimento acerca de objetos através da interação com eles e também por meio da ajuda de estruturas no ambiente que fornecem capacidade de processamento adicional aos seus cérebros. Logicamente, isso requer uma combinação entre sistemas externos capazes de processamento de informação e mecanismos mentais internos que permitam o seu uso. (p. 20).

De Souza (2004) argumenta que dentre as várias teorias que dão suporte a Teoria de Mediação Cognitiva (TMC) a ideia de cognição, mediação e processamento extra cerebral é a fundamental, pois é através da interação entre sujeito e objeto que o processo de cognição tem início, onde as informações do objeto passam então a ser incorporados pelo sujeito e vice-versa, e partindo posteriormente para as outras etapas, como a mediação e a acomodação, que formam então um sistema complexo com mecanismos sofisticados internos e externos. Assim associando o ensino de química, com um olhar baseado na TMC, e o uso de TIC's, surge as vantagens cognitivas em seus vários processos e contextos.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando a metodologia de RAUPP et al., (2010), com ênfase na teoria de mediação cognitiva, o projeto se deu da seguinte forma:

Foi selecionada uma turma da 3ª série do ensino médio do IFAM, da cidade de Humaitá-AM. Os alunos da escola participaram de aulas sobre o conteúdo de Isomeria Geométrica, onde foi utilizado o software ChemsSketch e no laboratório de informática os mesmos participaram de algumas aulas onde construíram algumas moléculas no software.

Método de coleta de dados

Na primeira etapa um pré-teste de resolução de problemas foi realizado antes de qualquer contato com as ferramentas. O teste era composto por duas questões sobre isomeria geométrica, onde os estudantes tiveram de representar em três dimensões as formas *cis/trans* dos seguintes compostos: *cis*-but-2-eno e *trans*-but-2-eno; *cis*-1,2-dibromociclopropano e *trans*-1,2-dibromociclopropano.

Posteriormente, no Laboratório de Informática, as aulas, propriamente ditas, foram aplicadas. Os estudantes foram instruídos em como utilizar a ferramenta Chemscketch e, posteriormente, utilizaram-na para desenhar isômeros. Durante esta etapa, é necessário que os estudantes manipulem livremente a ferramenta de construção de modelos, pois é nesta etapa que acreditamos que ocorre a internalização de lógicas inerentes às representações computacionais.

Após as aulas no laboratório de informática aplicou-se outra atividade, um pós-teste semelhante ao pré-teste, a ser respondido sem o auxílio do software, com o intuito de avaliar as mudanças na compreensão dos alunos sobre geometria molecular.

Método didático

Foi revisado os conceitos dos tipos de isomeria, focando em isomeria espacial e geométrica, denominada *cis-trans*. Foi aplicado então o pré-teste para que os alunos desenhassem pares de isômeros 3D de acordo com os seus conhecimentos prévios, como dito anteriormente.

Após a realização desse teste foram realizadas 4 seções de 60 minutos acerca de isomerias com a ajuda do software Chemscketch 11.0. Para auxiliar na representação de moléculas-exemplo cuja complexidade representacional variava desde modelos simples até formas complexas, os alunos foram incentivados a interagir com as fórmulas planas e os seus respectivos modelos 3D exibidos no computador. O software em si é capaz, de forma autônoma, de construir a representação 3D de cada molécula a partir de sua forma estrutural plana.

Posteriormente sem a utilização do software foi aplicado um segundo teste, como foi falado anteriormente, onde os alunos utilizando como materiais, folhas de papel A4, lápis preto e de cor, pincéis, régua, canetas hidrográficas e borracha, representaram tridimensionalmente através de desenhos, isômeros com semelhante, ou superior, grau de complexidade dos que foram apresentados no pré-teste.

Método de análise

Foram analisadas atentamente as figuras do pré-teste e do pós-teste a fim de observar características que agrupem os estudantes em diferentes categorias de análise, de acordo com a evolução individual entre o pré e o pós-teste. Os seguintes marcos foram detectados:

a) Representação das ligações: Número de ligações por átomo (respeitando a Valência); tipo de representação de ligação utilizada (wireframe e Ball and sticks); distribuição espacial das ligações.

b) Representação dos átomos: Utilização de cores; tamanhos distintos para diferenciar átomos; tipo de representação atômica; transporte de todos os átomos de uma representação para outra.

c) Visão 3D: estruturação e desenho das ligações e átomos de forma a causar a impressão tridimensional da molécula.

Em seguida os desenhos foram individualmente, para todos os estudantes, analisados à luz do referencial teórico adotado da Teoria da Mediação Cognitiva. O objetivo foi observar uma evolução, causada pela utilização do software como instrumento, na capacidade de representar internamente e, conseqüentemente, externamente, isômeros geométricos. Esta evolução, quando detectada, é, de acordo com a TMC, causada pela equilíbrio de elementos inerentes à lógica externa de representações assimilados durante a interação com o software e a posterior acomodação de suas lógicas pré-existentes em função da assimilação das lógicas recém-assimiladas. Estas lógicas lidam com a maneira de representar moléculas embutida no programa (lógica assimilada) e pelo estudante (lógica pré-existente).

Os estudantes então foram agrupados em três grupos distintos: os que apresentaram vários elementos identificados como de excelente evolução entre o pré e o pós-teste (sendo assim aqueles que apresentaram uma equilíbrio melhor dos elementos assimilados advindos do software); os que apresentaram boa evolução; e os que apresentaram evolução modesta pela análise dos desenhos, à luz do referencial teórico. Aqui entendemos equilíbrio, assimilação e acomodação em um sentido neo-piagetiano, tal qual assumido por Vergnaud; ou seja, não buscamos estudantes que desenham átomos exatamente como desenhados pelo programa, mas os que compatibilizem a lógica assimilada com sua própria capacidade de desenhar as moléculas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

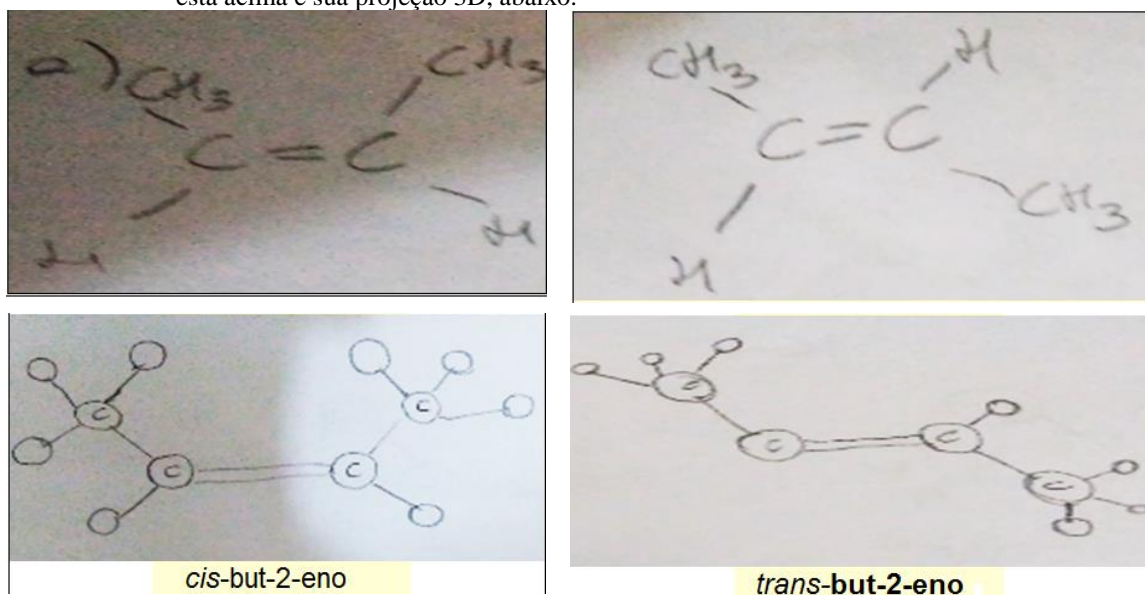
Primeiramente foram observados os pré-testes e algumas características apresentadas nas moléculas desenhadas pelos alunos e logo após os pós-testes também foram analisados. Os alunos foram separados em grupos de acordo com o nível de evolução representacional apresentada.

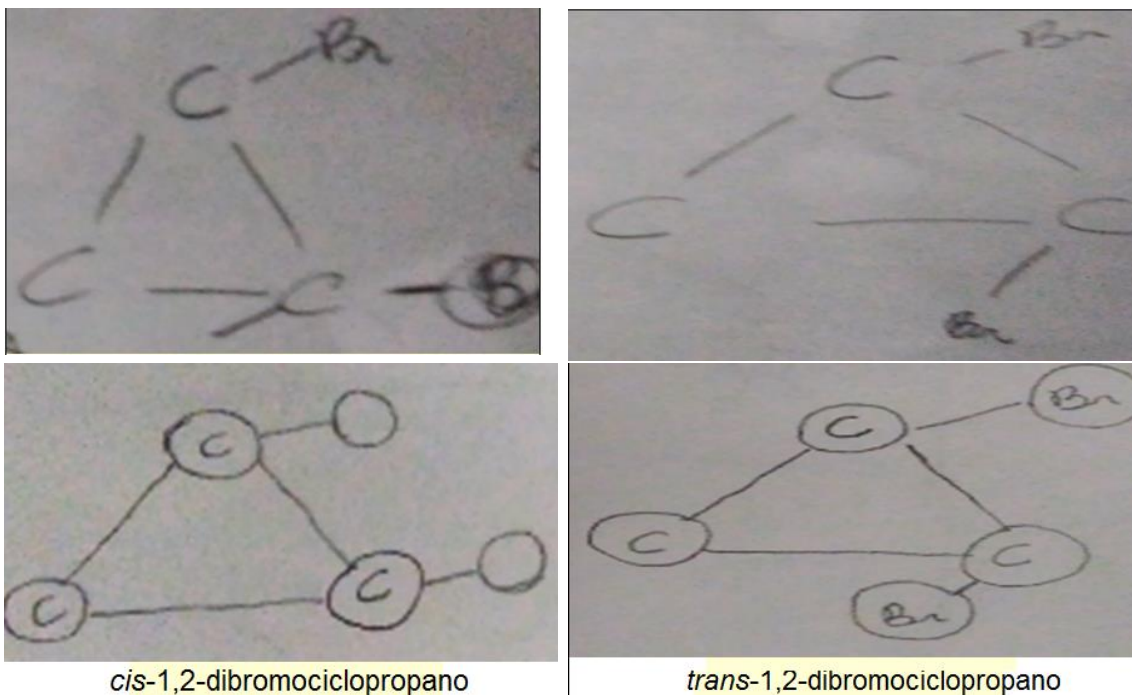
Excelente evolução (VD, HC, IP):

Os indivíduos pertencentes a este grupo no pré-teste apresentam em seus desenhos algumas características em 3D, porém insuficientes tornando dificultoso a visualização da perspectiva. Seus desenhos não apresentam cor ou quando apresentam diferenciam apenas os átomos de carbono dos átomos de hidrogênio.

No entanto após a intervenção os desenhos desse grupo são os que mais se destacam quando se leva em conta uso de cores e a preocupação em representar os átomos e ligações e sua disposição no espaço, o que evidencia uma melhora das habilidades visuoespaciais do estudante quanto a capacidade de representar tridimensionalmente a molécula, buscando sempre respeitar a geometria característica do carbono e seus ligantes para a molécula e a teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência (VSEPR). A compreensão da evolução torna-se mais clara analisando os desenhos feitos pelo indivíduo VD.

Figuras 1 a 8 - Isômeros (*cis/trans*) desenhados no pré-teste pelo indivíduo VD. A forma estrutural plana está acima e sua projeção 3D, abaixo.

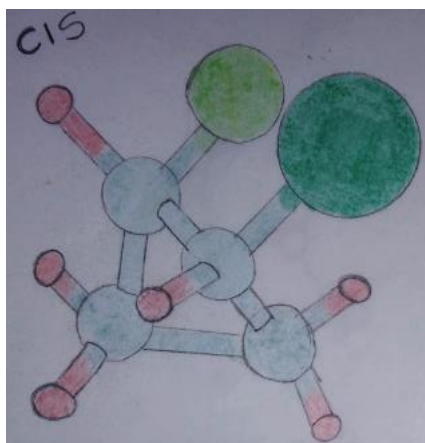




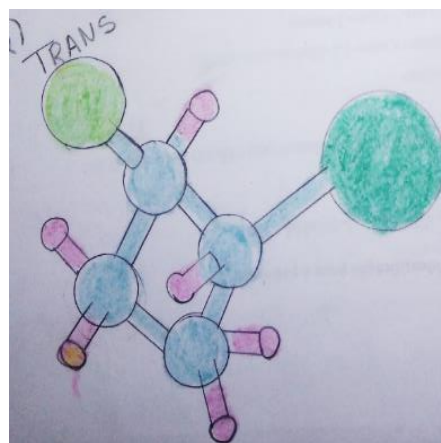
Ao observarmos o pré-teste, conforme é mostrado nas figuras acima, o indivíduo VD ao tentar desenhar os isômeros em 3D, faz primeiramente o uso da estrutura plana da molécula. Ainda que o enunciado não diga nada a respeito do uso da estrutura plana, em todos os isômeros que foram propostos no pré-teste o indivíduo VD inicia a questão desenhando a estrutura plana o que denota uma necessidade de inicialmente idealizar as moléculas em sua constituição atômica plana para assim desenhá-la em 3D.

Outro caso a ser observado nos desenhos de VD é o tamanho dos átomos, ele diferencia o hidrogênio dos demais átomos desenhando-o menor que os átomos de carbono ou dos heteroátomos presentes em algumas das moléculas propostas do pré-teste, porém ele não diferencia o tamanho entre átomos de carbono e heteroátomos, isso pode significar que o indivíduo VD possui alguma noção de raios atômicos, porém só na relação Hidrogênio-Carbono e, um último fato a ser observado no pré-teste do indivíduo VD é que todos os desenhos apresentam-se sem cores não havendo diferenciação ou padronização entre os átomos.

Figura 9 e 10 - Isômeros (cis/trans) desenhados no pós-teste pelo indivíduo VD



cis-1-cloro-2-bromociclobutano



trans-1-cloro-2-bromociclobutano

As características desse grupo nos pós-testes incluem: significativa diferença de tamanho entre os heteroátomos, carbonos e hidrogênios, cores intensas diferenciando os átomos, boa definição dos ângulos de ligação, a representação dos átomos para frente ou para fora do plano é bem explícita, as ligações são retas perfeitas e os átomos círculos quase perfeitos e há clareza de perspectiva nos desenhos, como pode ser observado no pós-teste do indivíduo VD, os indivíduos pertencentes a este grupo no pós-teste, não se utilizaram de representações 2D da molécula, o não uso destas representações pode denotar a melhoria da habilidade dos alunos de idealizar e manipular mentalmente os isômeros geométricos. De acordo com a TMC, ao usarem o software os estudantes foram capazes de assimilar elementos da representação molecular usada pelo ChemsSketch, como os citados acima.

Essas características segundo Raulp et al., (2010) “são todas advindas do software ChemSketch 11.0”, sendo, portanto, assimiladas pelos alunos após a utilização do programa durante as aulas na sala de informática. Esse contato com o software os permite ampliar de forma notória suas habilidades visuoespaciais.

Boa evolução (JL, JS, AJ, RP, IC, FB)

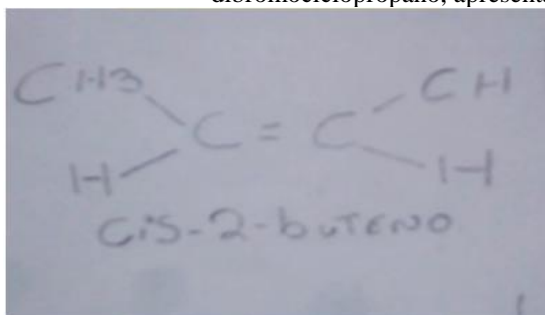
Ao se observar os pré-testes dos indivíduos enquadrados no grupo que teve uma boa evolução cognitiva, são notadas características que se repetem nos testes de alguns indivíduos do grupo, tais como: o uso de mais de uma cor para distinguir os átomos de carbono que estavam nas posições cis e trans, uso da representação “up e down stereo bonds” utilizadas para representar átomos que estão para frente ou para trás do plano em

moléculas representadas em 2D, moléculas sem cores ou usando o estilo monocromático (preto e branco) para diferenciar átomos, a perspectiva das moléculas é tênue e a disposição dos átomos não obedecendo satisfatoriamente a VSEPR, os desenhos utilizam o estilo de bolas e varetas e há dificuldade na representação em 3D.

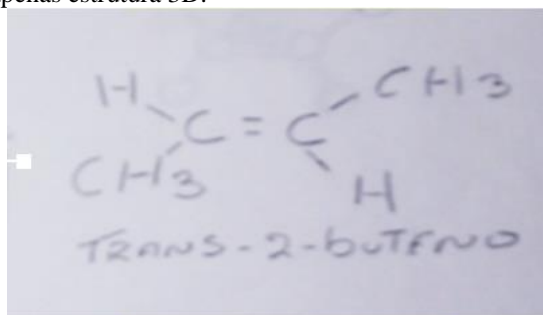
No pós-teste os indivíduos desse grupo utilizam-se do estilo de bolas e varetas e alguns usam o estilo wireframe, não há a utilização da representação em 2D, podendo também denotar a melhoria da habilidade dos alunos de idealizar e manipular mentalmente os isômeros geométricos, os indivíduos representam as moléculas em 3D com maior facilidade, observa-se a ausência de átomos de Hidrogênio, talvez decorrente da falta de atenção, uso de legendas indicando qual átomo representa cada cor usada na confecção das moléculas, ainda há pouca diferenciação entre os raios atômicos dos heteroátomos em relação ao carbono e o hidrogênio e a característica mais peculiar foi o uso do estilo “sticks” (varetas) que é um estilo existente no Chems sketch, porém ele não havia sido trabalhado por não diferenciar os raios dos átomos, diferenciando-os apenas pela cor, esse elemento “sticks” (varetas) pode ter sido assimilado pelo contato casual do aluno com a função do software e o mesmo a usou para representar os isômeros, mesmo que o teste pedisse na representação de bolas e varetas, essa casualidade é algo notável, pois indica a efetividade da assimilação do aluno quando há o contato com o software.

Como indivíduo modelo desse grupo foi selecionado o sujeito JL que no pré-teste apresentou como características o uso da representação 2D e posteriormente desenhou as moléculas em 3D e nota-se que o mesmo parece possuir alguma noção de tridimensionalidade e a disposição de alguns átomos permite a existência de uma tênue perspectiva nas moléculas.

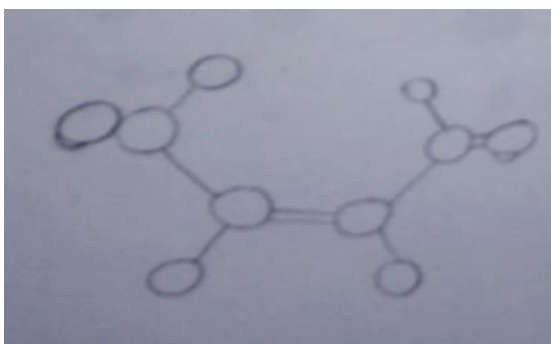
Figuras 11 a 16 – Isômeros (cis/trans) desenhados no pré-teste pelo indivíduo JL. A forma estrutural plana do but-2-eno está acima e sua projeção 3D, abaixo. No caso do 1,2-dibromociclopropano, apresenta apenas estrutura 3D.



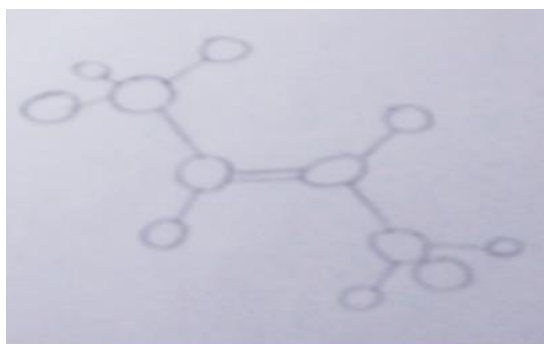
cis-but-2-eno



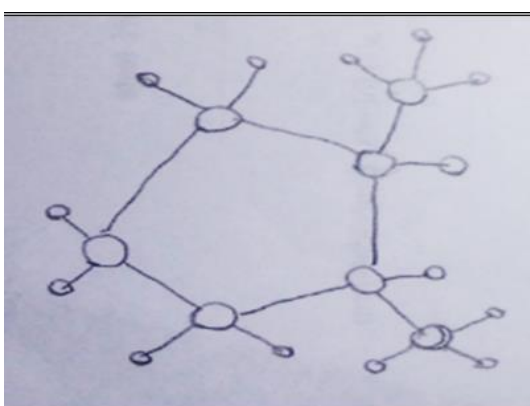
trans-but-2-eno



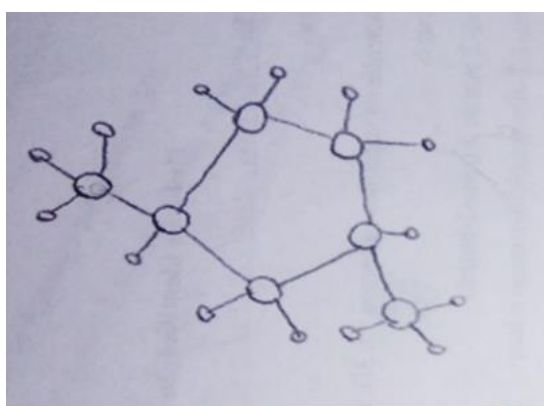
cis-but-2-eno



trans-but-2-eno



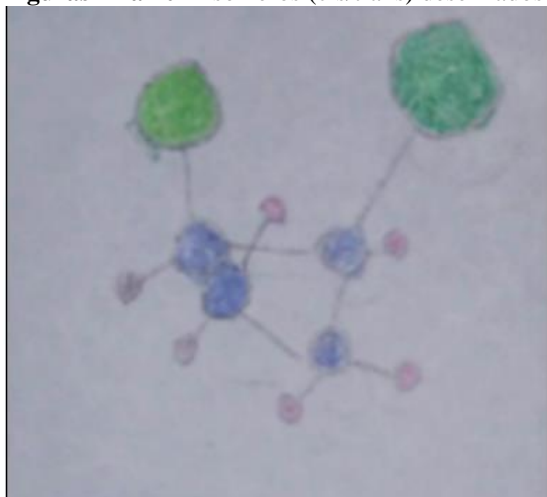
cis-1,2-dibromociclopropano



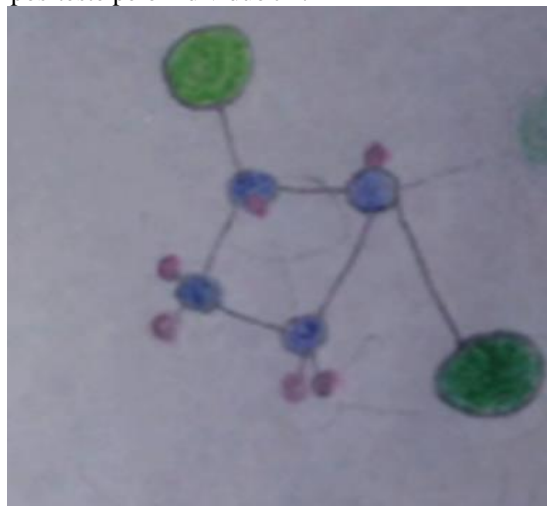
trans-1,2-dibromociclopropano

No pós-teste, o indivíduo JL apresenta notórias melhoras em suas habilidades visuoespaciais, isso pode ser notado quando ao olharmos para seus desenhos e notarmos uma preocupação em desenhar os átomos com uma disposição a criar uma perspectiva tridimensional e dentro da TMC denota-se assimilação pelas referências ao estilo wireframe característico do software, há diferenciação dos átomos (Hidrogênio-Carbono-Heteroátomo) no tamanho de seus raios e quanto as cores, porém entre os heteroátomos (Bromo-Cloro) não há diferença visível entre o tamanho dos círculos que representam o raio dos átomos, a posição da maioria dos átomos respeita a VSEPR, porém alguns ainda apresentam ângulos fora daquilo que descreve a geometria do carbono para essa molécula, há uma certa perspectiva observável nas moléculas, mas ainda tênue, assim como a disposição dos átomos para frente ou para trás do plano.

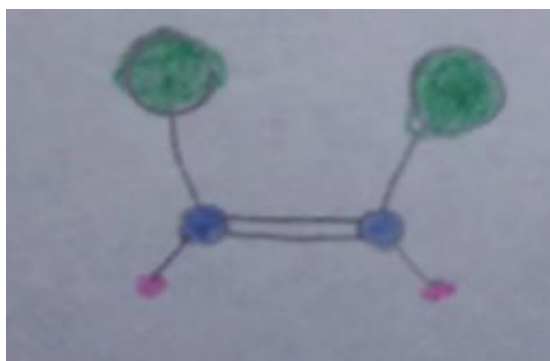
Figuras 17 a 20 – Isômeros (cis/trans) desenhados no pós-teste pelo indivíduo JL.



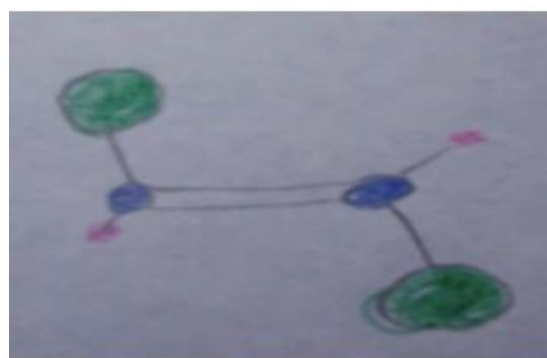
cis-1-cloro-2-bromociclobutano



trans-1-cloro-2-bromociclobutano



cis-1,2-dicloroeteno



trans-1,2-dicloroeteno

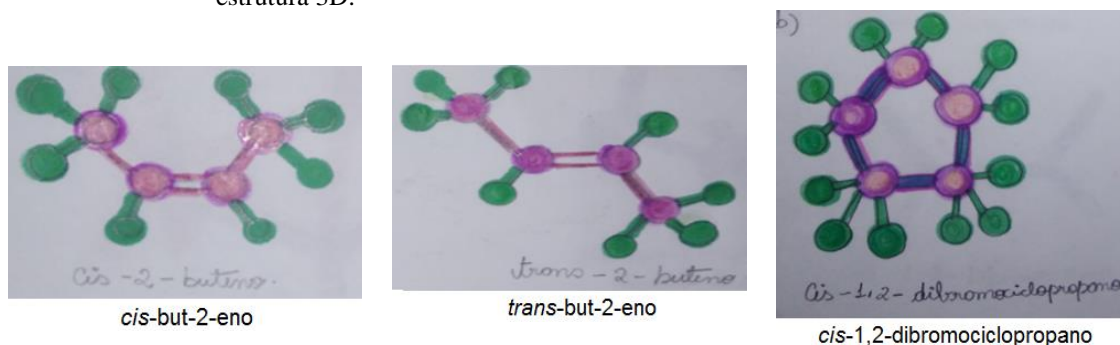
Ferreira et al., (2011) ressaltam que o uso de ferramentas computacionais permite uma melhor visualização da natureza microscópica e abstrata da Química, visto que essa maneira de enxergar as coisas com um alto grau de abstração é muito difícil e muitas vezes é inacessível a nossa percepção, no entanto ao utilizar softwares computacionais é possível através da visualização dos modelos que eles criam e da interação que podemos ter com ele, enxergar com novos olhos a natureza dos compostos químicos e principalmente criar um conhecimento próprio ou agregar mais informações a um conhecimento já existente. Pauletti (2014) complementa dizendo que “o uso dessa ferramenta (Chemsketch) é um passo gigante para as múltiplas representações que se tornam importantes para a compreensão das relações espaciais existentes nos isômeros geométricos”.

Razoável evolução (PS, SC, AN, EL, RM, AA, AP)

Nos pré-testes dos indivíduos deste grupo observou-se a utilização das estruturas em 2D pela maioria, sendo pouco os casos em que as moléculas foram diretamente desenhadas em 3D, ainda que havendo o uso ou não das estruturas planas, a perspectiva das moléculas é de difícil observação e a tridimensionalidade das moléculas é insuficiente, há ausência de cores na maioria dos desenhos e não há diferença notável entre os raios dos átomos que compõe a molécula.

O indivíduo modelo escolhido para representar as evoluções desse grupo foi o sujeito PS, que no pré-teste desenhou as moléculas diretamente em 3D, sem uso de estruturas planas, e utilizou o estilo de bolas e varetas. Observa-se que esse indivíduo diferencia com cor os átomos que compõe a molécula, entretanto os raios de todas as circunferências são semelhantes, a disposição dos átomos na maioria dos casos não está de acordo com os ângulos referentes a geometria do carbon específica de dada molécula e, conseqüentemente, não obedece a VSEPR tornando dificultoso a observação da tridimensionalidade da molécula e também de sua perspectiva.

Figuras 21 a 23 – Isômeros (cis/trans) desenhados no pré-teste pelo indivíduo PS, apresentando apenas estrutura 3D.



No pós-teste o sujeito PS apresenta razoável melhora na diferenciação dos raios atômicos, porém ainda não diferenciando os átomos de carbono dos heteroátomos, ficando assim as circunferências com raios relativamente iguais, a cor dos átomos indica uma diferenciação quando o estilo utilizado é o de bolas e varetas, entretanto esse indivíduo utilizou o estilo “sticks” que levou ele a não diferenciar átomos, com relação ao seu raio atômico em certas moléculas, como também fez com que ele não usasse cor nos átomos de hidrogênio. Os ângulos entre os átomos melhoram mais ainda é insuficiente, a tridimensionalidade é insuficiente, a perspectiva é de difícil observação e

algumas moléculas ficaram com sua estrutura bem confusa fazendo mais de 4 ligações covalentes, como pode ser observado na molécula cis-1-cloro-2-bromociclobutano.

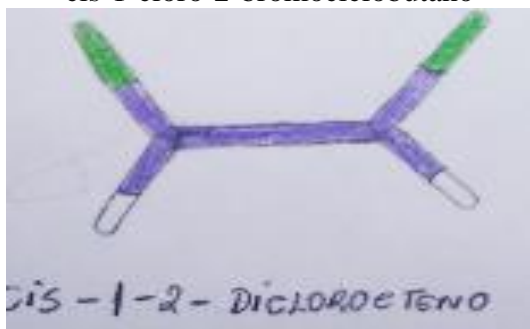
Figuras 24 a 27 – Isômeros (cis/trans) desenhados no pós-teste pelo indivíduo PS.



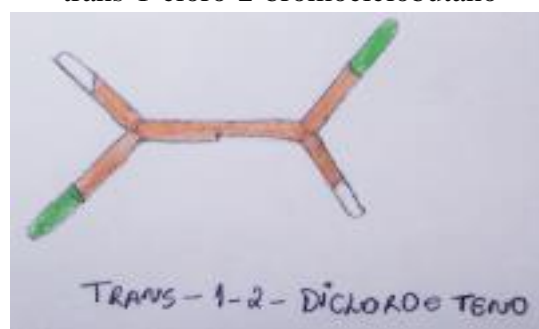
cis-1-cloro-2-bromociclobutano



trans-1-cloro-2-bromociclobutano



cis-1,2- dicloroeteno



trans-1,2- dicloroeteno

As características desse grupo no pós-teste: a diferença de tamanho entre heteroátomos e hidrogênios é suficiente, uso de cores claras para diferenciar átomo ou ausência de cores, os ângulos de ligação são mal definidos, com átomos claramente não obedecendo a VSEPR, a representação de átomos para frente ou para fora do plano não é explícita e nem sempre utilizada adequadamente, as ligações são retas não tão bem desenhadas e os átomos nem sempre são circulares e há átomos que não foram desenhados e o desenho apresenta uma perspectiva tridimensional insuficiente, usam também o estilo “sticks” que não apresenta diferença de raio entre os átomos.

Raupp et al., (2009) comenta “que o estudante pode manipular os modelos e verificar a geometria da molécula através de uma visualização externa que será internalizada”, basicamente é o que muitos trabalhos publicados na área de ensino-aprendizagem vêm confirmando. Existe a necessidade de um contato entre o indivíduo e seu objeto de

estudo, para que assim haja a assimilação e acomodação de um dado conhecimento. Essa internalização de conceitos que antes eram externos é o que enfaticamente a TMC vem estudando. As relações indivíduo-objeto-contato-assimilação, são evidenciados ao longo de todos os processos e passos que foram realizados durante essa pesquisa.

Ao observar individualmente os desenhos dos alunos que participaram da pesquisa, são notórias a assimilação e a reprodução nos desenhos de características pertencentes ao software Chemskech. Segundo Raupp et al (2010) todas estas características foram assimiladas após o contato com o programa, podendo, dentro da TMC, ser explicadas pelo uso de um processamento extra-cerebral na forma do Chemskech que foi assimilado pela estrutura cognitiva dos estudantes.

CONCLUSÃO

Como ressalta Raup et al., (2010) um dos alvos da teoria da mediação cognitiva é esclarecer os impactos causados pela introdução de TIC's nos contextos sociais, incluindo o contexto escolar, dando ênfase nas mudanças ocasionadas no cognitivo dos indivíduos pertencentes a tal contexto, mudanças essas que são resultado dessa inserção e, portanto, estão intimamente ligada às TIC's, tendo em vista, também as dificuldades que existem em ocasionar mudanças cognitivas utilizando-se de teorias e métodos tradicionais e ultrapassados do ponto de vista pedagógico.

É evidente que a utilização de softwares computacionais para o ensino de química, além de facilitar a compreensão de conteúdos que exigem muito do pensamento abstrato dos alunos, agregam muitos conhecimentos novos, como pode ser notado em várias características assimiladas pelos indivíduos participantes dessa pesquisa, e torna mais palpável e visão química microscópica permitindo a eles não só desenvolver ou aprimorar habilidades visuoespaciais, mas também enxergar como podem acontecer as reações químicas e como os átomos e moléculas podem se comportar a nível microscópico.

REFERÊNCIAS

BARROQUEIRO, C. H.; BIONCI, R.; MELO, J. P. B. C. de; AMARAL, L. H.; ARAÚJO-JR, C. F. O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de ciências e matemática: uma benção ou um problema?. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Anis...*, Florianópolis: ENPEC, 2009.

BIANCHETTI, L. **Da chave de fenda ao laptop: tecnologia digital e novas qualificações: desafios à educação.** Florianópolis: Editora Vozes, 2001.

BRASIL Ministério da Educação. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Secretaria de Educação Básica, Brasília, DF: MEC/SEB, p. 135, 2006.

CORREIA, M. E. A.; FREITAS, J. C. R.; FREITAS, J. J. R.; FREITAS-FILHO, J. R.. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 83-100, 2010.

FERREIRA, C.; ARROIO, A.; REZENDE, D. de B. Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. **Química Nova**, v. 34, n. 9, p. 1661-1665, 2011.

GOMES, M. S. S. O.; FILHO, J. D. M. L. Simulações e modelos computacionais aplicados ao ensino de química. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais...** Palmas, TO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2012.

PAULETTI, F. **O ensino de química e a escola pública: a isomeria geométrica mediada pelo uso de programas computacionais.** 2013, 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 65-78, 2009.

RAUPP, D. SERRANO, A.; MARTINS, T. L. C.; SOUZA, B. C. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 18-34, 2010.

SANTOS, A. L. **Guia prático de utilização do ChemSketch.** 2016, 93 f. Mestrado (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade Federal de Acre, Rio Branco, 2016.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, n. supl. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, A; RIBEIRO, N. Modelagem molecular de compostos orgânicos. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. 3., 2008. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CEFET-CE: SETEC: MEC: REDENET, 2008.

SOUZA, B. C. **A Teoria da mediação cognitiva: os impactos cognitivos da hipercultura e da mediação digital.** 2004, 283 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 204.