

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**ANÁLISE DE HABILIDADES VISOS-ESPACIAIS COM ÊNFASE EM
NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

José Fernando Sá de Souza

**ITABAIANA
2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**ANÁLISE DE HABILIDADES VISOS-ESPACIAIS COM ÊNFASE NO
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

José Fernando Sá de Souza

Trabalho de conclusão curso apresentado como requisito para conclusão da
disciplina pesquisa em ensino de química II

Prof. Dr. Geraldo Humberto Silva
Orientador

Prof. Msc. Erivanildo Lopes da Silva
Professor da disciplina

ITABAIANA
2013

**ANÁLISE DE HABILIDADES VISOS-ESPACIAIS COM ÊNFASE NO
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

José Fernando Sá de Souza

Banca Examinadora

**Prof. Dr. Geraldo Humberto Silva (DQCI)
Orientador**

Profa. Dra. Iramaia Corrêa Bellin (DQCI)

Prof. Dr. Marcelo Leite dos Santos (DQCI)

**ITABAIANA
2013**

Resumo

O presente trabalho procurou avaliar as dificuldades apresentadas pelos alunos do curso de Química Licenciatura da UFS na visualização de formas geométricas e moléculas orgânicas representadas por figuras geométricas, estes foram agrupados em alunos ingressantes, do quarto período e concludentes, sendo a avaliação realizada por um questionário contendo cinco questões subdivididas em dois itens, o **1** procurou avaliar a capacidade visuo-espacial dos alunos e o **2** a capacidade de correlacionar bem esta habilidade com os conceitos de geometria molecular envolvendo moléculas orgânicas. Os resultados obtidos mostram que os alunos conseguem correlacionar os conceitos quando lhe são apresentadas figuras planas e estáticas, mas quando envolve operações isométricas como rotação, translação e reflexão aumenta a dificuldade de correlação mesmo para alunos concludentes.

Palavras-chave: ensino de Química, habilidades visuo-espacial, Química orgânica.

1. INTRODUÇÃO

A Química Orgânica é uma divisão da Química que foi proposta em 1777 pelo químico sueco Torbern Olof Bergman sendo definida como o ramo químico que estuda os compostos extraídos dos organismos vivos. A constituição química destas substâncias foi demonstrada por Antoine Lavoisier em 1784, onde o mesmo constatou que tais substâncias eram compostas principalmente de Carbono, Hidrogênio e Oxigênio (REILL, 2005)

Com o desenvolvimento de métodos quantitativos de análise de (C, H e O) por Liebig, Berzelius e Dumas, em 1811 foi possível a implementação de fórmulas empíricas Ex: % de C, H e O (SOLOMONS, 2001). Mas o grande impulso para o desenvolvimento da química orgânica foi o trabalho de Wholer em 1828 que conseguiu converter o sal inorgânico cianato de chumbo em uréia, um produto orgânico do metabolismo de proteínas em mamíferos, mostrando que a idéia de que os compostos orgânicos só poderiam ser produzidos pelos seres vivos era falsa (MARK, 2000).

No meio do século 19, os cientistas tinham uma variedade exagerada de representações que poderiam ser utilizadas em Química e para sanar esta dificuldade fazia-se necessário a criação de uma linguagem homogênea, caso contrário a expansão da Química seria prejudicada (ANDRADE-NETO, et. al 2009). Principalmente na química dos compostos de carbono, pois este elemento exibe uma vasta diversidade não só nos modos como forma as ligações, mas também no número de outros elementos com os quais é capaz de se ligar, existindo desta forma um maior número de compostos de carbono em relação aos demais elementos combinados (LE COUTEUR, BURRESON, 2006).

Na Química Orgânica, os trabalhos de Kekulé, Couper e Butlerov destacaram-se entre os demais, estabelecendo as bases para a estrutura dos compostos orgânicos. Primeiro Couper introduz elementos representacionais para o conceito de ligação química (ou tipo de ligação química), permitindo solucionar algumas dúvidas sobre o conceito de valência. Depois Kekulé entre os anos de 1858 e 1861 propõem três postulados que são, até os dias de hoje, a base da química orgânica sendo eles: a tetravalência do carbono, ou seja, fará 4 ligações, compartilhando elétrons, para atingir estabilidade; as 4 ligações simples de um carbono são equivalentes; o carbono é capaz de formar cadeias em até 4 direções, com outros átomos de carbono. Já Lewis em 1916 descreve uma teoria para representação das ligações químicas: as estruturas de Lewis, sendo as ligações químicas classificadas como ligações iônicas e ligações covalentes. Nesta teoria, Lewis representou como um ponto cada elétron na camada mais

externa dos elementos (camada de valência) sendo os elétrons das camadas mais internas não representadas (MONTAUDO, 1997).

As estruturas de Kekulé (ou de traços) são semelhantes às estruturas de Lewis, mas em vez das ligações covalentes serem representadas por dois pontos indicando os pares elétrons compartilhados, estes são representados por uma linha e os pares de elétrons não ligantes podem ser representados por dois pontos, ou deixados de fora, embora eles ainda estejam lá (MCMURRY, 2005; SOLOMONS, *et. al* 2001 e 2005; VOLLHARDT *et. al* 2004).

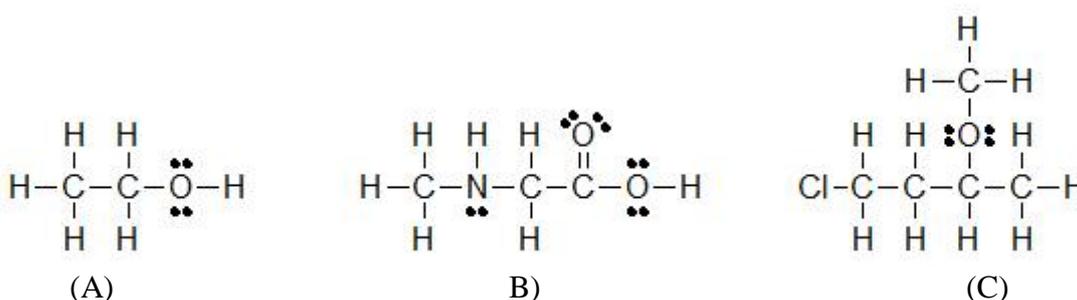


FIGURA 1: etanol, ácido metilaminoetanóico e cloro-3 metoxibutano.

A linha de união presente na fórmula estrutural pode ser simplificada, gerando uma fórmula estrutural condensada. Uma vez que os átomos de hidrogênio podem formar apenas uma ligação covalente simples com outro átomo, não há necessidade de mostrar explicitamente como ocorre a ligação. Por convenção, o símbolo químico do hidrogênio é colocado ao lado do símbolo químico do átomo que se encontra ligado a um subscrito e é usado para indicar o número de átomos de hidrogênio que estão ligados a um átomo particular. Abaixo é mostrado na fórmula estrutural condensada de 2-propanol. (MCMURRY, 2005; SOLOMONS, *et. al* 2001 e 2005; VOLLHARDT *et. al* 2004):

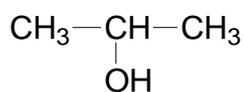


FIGURA 2: Fórmulas estruturais condensada do 2-propanol

As fórmulas estruturais condensadas podem ser ainda mais abreviadas, omitindo alguns ou todos os traços que representam ligações covalentes e indicando o número de grupos idênticos ligados a um átomo de carbono. Assim, etano, eteno, etino e metanol podem ser escritos como:

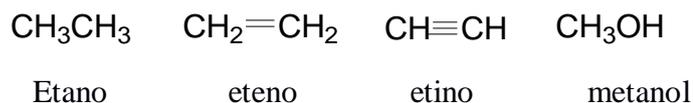


FIGURA 3: Formulas condensada de diferentes funções orgânicas

As fórmulas estruturais condensadas e as fórmulas de traços mostram a conectividade dos átomos, mas não mostram a geometria molecular (onde as moléculas são tratadas tridimensionais e têm uma arrumação no espaço). Observe na fórmula de Kekulé (ou de traços), que a cadeia carbônica é apresentada linearmente e não se preocupando com os ângulos das ligações. As fórmulas condensadas e de traços nos dão basicamente as mesmas informações sobre a molécula (MCMURRY, 2005; SOLOMONS, *et. al* 2001 e 2005; VOLLHARDT, *et. al* 2004).

A fórmula estrutural condensada pode ser simplificada ainda mais, para produzir o que é chamado de uma fórmula estrutural de linha (esquelética), que leva em consideração os ângulos de ligação, sendo as cadeias carbônicas arrumadas como um zigue-zague (“sobe e desce”). A linha representa uma ligação carbono-carbono, o vértice e o final da linha representam um átomo de carbono e os átomos de hidrogênio não estão representados. Uma vez que cada carbono na molécula deve ter 4 ligações, subentende que o número de hidrogênios ligados ao carbono é o número exigido para dar a cada carbono um total de quatro ligações. Nesse tipo de fórmula estrutural os símbolos químicos são utilizados apenas para representar os heteroátomos, quando presentes na molécula (MCMURRY, 2005; SOLOMONS, *et. al* 2001 e 2005; VOLLHARDT *et. al* 2004).

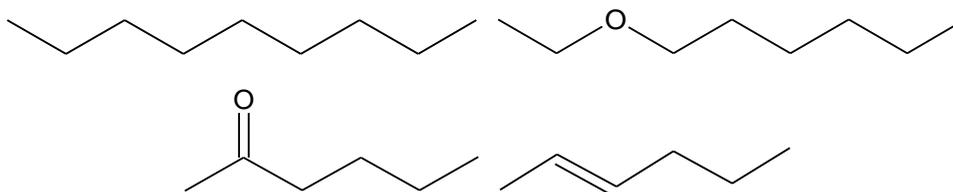


FIGURA 4: Formulas estruturais em linhas angulares (chamadas também de zigue-zague ou esquelética) das substâncias orgânicas nonano, etoxi hexano, 2-hexanona e 2-hexeno.

Na fórmula estrutural espacial, além da representação em zigue-zague das cadeias carbônicas, são também mostradas as cunhas que representam os átomos que estão posicionados nos outros dois vértices do tetraedro (forma tridimensional do carbono). Neste caso é usual representar duas ligações do carbono no plano do papel e as outras duas da seguinte forma: uma representada por um traço em cunha cheia com o objetivo de indicar uma

ligação saindo para frente do plano do papel, e a outra ligação em cunha vazada que indica uma ligação saindo para trás do plano do papel, representando então a geometria tetraédrica. Nesse tipo de representação estrutural buscamos mostrar toda a geometria molecular (MCMURRY, 2005; SOLOMONS, *et. al* 2001 e 2005; VOLLHARDT *et. al* 2004).

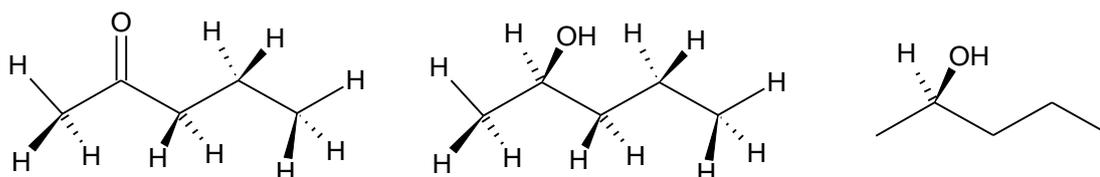


FIGURA 5: Fórmulas estruturais espaciais das substâncias orgânicas 2-pentanona e 2-pentanol.

Outra possibilidade de representação são os modelos moleculares, que são dispositivos físicos usados para uma melhor visualização e percepção de formas tridimensionais de moléculas orgânicas. Estes são feitos de madeira, plástico ou metal e estão disponíveis comercialmente. Geralmente três tipos de modelos moleculares são utilizados: modelo quadro, modelo bola-e-vara, e modelo de preenchimento de espaço. No modelo de estrutura apenas as ligações que ligam os átomos de uma molécula, e não os próprios átomos são mostrados. Este modelo enfatiza o padrão de ligações de uma molécula enquanto ignora o tamanho de átomos. No modelo da bola-e-vara, ambos os átomos e as ligações são mostrados. Bolas representam átomos e a vara denota um vínculo. Compostos contendo C=C (por exemplo, etileno) podem ser melhor representado usando molas no lugar de varas. O modelo de espaço enchimento enfatiza a importância relativa de cada átomo com base no seu raio. Laços não são mostrados neste modelo, pois neste caso a intenção visualizar o volume ocupado por cada átomo na molécula. Em adição a estes modelos, os gráficos de computador podem também ser utilizados para a modelação molecular (MCMURRY, 2005; SOLOMONS, *et. al* 2001 e 2005; VOLLHARDT *et. al* 2004).

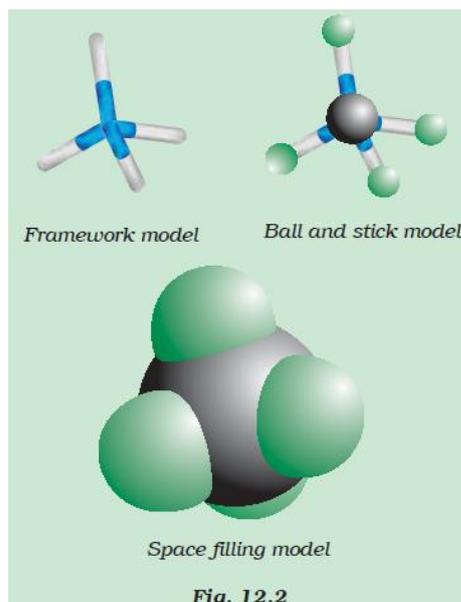


FIGURA 6: Modelos moleculares (modelos estruturas, bola e vara e preenchimento de espaço).

Como relatado anteriormente, a representação tem uma longa história, o que lhe confere uma multiplicidade de significados. No ensino de química é imprescindível o conhecimento dos símbolos para identificar a linguagem veiculada com apresentação de um signo, no intuito de construir ou imaginar um objeto. Assim o fenômeno visualizado (signo), é transformado pela mente em um mundo mental (GÓIS 2010). A formação de modelos mentais, também designados visualizações internas, tem merecido, por parte de alguns autores, um forte apoio (RAPP, 2007; WU, 2004). Embora seu uso seja generalizado, não há uma definição geral ou única do que possa ser entendido por modelo mental. Atualmente, vários pesquisadores têm-se afastado da ideia inicial de que haveria algum isomorfismo entre as representações externas e os modelos que as pessoas têm ou constroem em suas cabeças, as representações internas (FERREIRA *et. al* 2011).

A semiótica no ensino de Química, especificamente em Química Orgânica, é uma ferramenta metodológica que deve propiciar aos alunos o desenvolvimento de habilidades geométricas planas e espaciais por meio de diferentes registros de representação. Segundo Duval (2003) para melhorar a cognição do interpretante é preciso a relação comunicativa entre o sujeito e a atividade cognitiva do pensamento, a partir deste estágio do pensamento gerar diversas formas de registro de representação do objeto. Assim, vale ressaltar que é impossível estudar estes fenômenos sem a noção das representações semióticas (WARTHA, REZENDE, 2011).

Para construir e comunicar conceitos e teorias, a Química utiliza intensivamente de representações semióticas, baseadas em sistemas de signos, tais como: diagramas, gráficos, equações, ilustrações, enunciados, dentre outras. Como o ensino é um processo que depende das interações do aluno com o meio, os professores e as ferramentas a que tem acesso, podemos citar a escrita, os símbolos e signos matemáticos entre outras (GARCÍA E PERALES, 2006). Assim, é necessário que o aluno desenvolva competências e habilidades adequadas para utilizar tal linguagem, tornando-se capaz de entender e empregar, a partir das informações fornecidas, a representação simbólica das transformações químicas, para ter um bom aprendizado nesta ciência (MORTIMER, 1998; CHASSOT, 2003; ROQUE; SILVA, 2008).

É possível melhorar o desenvolvimento de habilidades geométrica e espaciais dos estudantes, considerando as representações em diferentes formas das moléculas orgânicas com o objetivo de entender os diferentes arranjos geométricos das moléculas, facilitando progressivamente a sua compreensão. Para Duval (2003) na realização de uma conversão é preciso explicar a questão envolvida depois da conversão, ou seja, o registro antes e depois da conversão, pois para os alunos varias representações de um mesmo objeto existem vários significados.

A Tabela 1 apresenta alguns signos utilizados para representações substâncias em química orgânica

TABELA 1: REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS NA QUÍMICA COM ÊNFASE NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA.			
Substância	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Fórmula condensada
Butano	C_4H_{10}	$ \begin{array}{cccc} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array} $	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
Propeno	C_3H_6	$ \begin{array}{ccc} H & & CH_3 \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array} $	CH_2CHCH_3
Etanol	C_2H_5OH	$ \begin{array}{ccc} H & H & \\ & & \\ H-C & -C & -OH \\ & & \\ H & H & \end{array} $	CH_3CH_2OH
Propanona	C_3H_6O	$ \begin{array}{ccc} H & O & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & & H \end{array} $	$ \begin{array}{c} O \\ \\ CH_3CCH_3 \end{array} $

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Identificar os registros de representação semiótica e habilidades visos-espaciais utilizados por graduandos ingressantes, alunos do quarto período e concludentes do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor Alberto Carvalho, referente ao conteúdo de Funções Orgânicas.

2.2. ESPECÍFICOS

- Analisar como os graduandos ingressantes, alunos do quarto período e concludentes associam o significante ao significado inerente aos registros de representação semiótica dos compostos orgânicos.
- Identificar problemas de habilidades espaciais, representacionais e geométricos.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado com alunos do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe - *Campus* Professor Alberto Carvalho em Itabaiana/SE, subdivididos em alunos ingressantes, quarto período e concludentes.

A metodologia adotada envolveu o uso de um questionário, devido ao aspecto quantitativo adquirido pela pesquisa, contendo questões objetivas relacionadas às diferentes formas de visualização visos-espaciais, tomando como foco o conteúdo geometria de moléculas orgânicas. As respostas apresentadas pelos discentes foram analisadas quantitativamente e categorizou-se as respostas em: corretas e erradas.

O questionário foi dividido em questões a1, b1, c1, d1 e e1 envolvendo conceitos de figuras geométricas, para avaliação somente da capacidade visuoespacial e questões a2, b2, c2, d2 e e2 envolvendo conceitos de geometria molecular para avaliar a associação desta habilidade com os conceitos de Química orgânica.

Responderam aos questionários um total de vinte e oito alunos, oito alunos ingressantes do curso de Química licenciatura, dez alunos do quarto período e dez concludentes do curso de Química Licenciatura.

Os dados obtidos foram tabelados e submetidos a uma análise estatística, sendo os resultados obtidos apresentados na sequência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

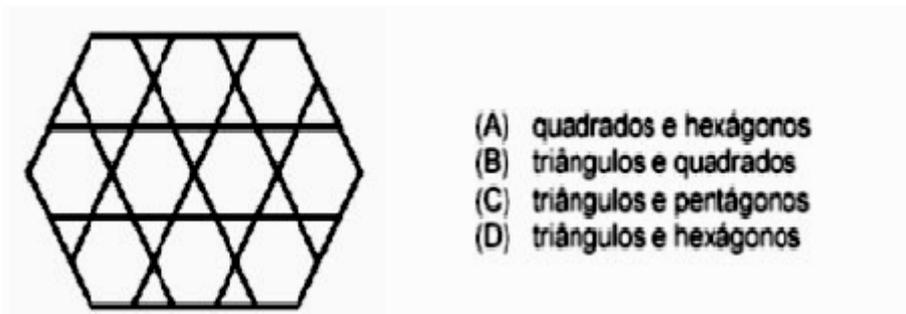
A discussão dos resultados está organizada em função das respostas fornecidas pelos estudantes as questões do questionário de avaliação, este foi elaborado com cinco questões subdivididos em dois itens, um sobre figuras geométricas para avaliar a capacidade visoespacial e o outro composto de fórmulas estruturais de moléculas orgânicas visando identificar a capacidade dos alunos em correlacionar os dois conceitos. O questionário apresentou questões de respostas fechadas para obter uma resposta só, pois o tema era muito abstrato, possibilitando obter respostas com maior rapidez e eficácia, além de facilitar categorização e tabulações das respostas.

As respostas obtidas foram tabuladas em quatro categorias, a primeira dos alunos que acertaram os dois itens, e, portanto conseguem associar os conceitos de formas geométricas a geometria molecular, a segunda a dos alunos que erram os dois itens, não dominando nenhum dos dois conceitos, a terceira dos alunos que acertam o item 1, apresentando a capacidade visoespacial, mas não associando este signo ao conceito geometria molecular, e o quarto dos alunos que conseguiram acertar apenas o item 2, apresentando desta forma conhecimento dos conceitos de geometria molecular sem apresentar domínio das habilidades visoespaciais. Para avaliar a evolução do aprendizado dos alunos em função do período de formação e fazer uma correlação entre os conceitos, cada categoria apresenta os resultados subdivididos em três períodos avaliados, alunos ingressantes, alunos do quarto período e concludentes.

Nas questões (a) e (b) trabalhou-se com conceitos envolvendo apenas figuras geométricas estáticas, avaliando a percepção dos alunos no plano, sem a necessidade de realizar uma transformação isométrica, que é resultante do movimento que fazemos em uma forma geométrica.

Na questão (a) item 1 utilizou-se uma figura composta de triângulos e hexágonos e para respondê-la era necessário que os alunos analisassem as formas geométricas da figura, diferenciando os polígonos para obter uma resposta satisfatória. No item 2 foi apresentado aos alunos a fórmula estrutural do ciclo-hexano, formando um hexágono com os átomos de carbono presentes no vértices, sendo que a pergunta exigia do aluno visualizar a geometria e relacionar com o conhecimento químico, as questões estão representadas abaixo.

Questão a1: Um artista plástico está construindo um painel com ladrilhos decorados. Ele fez um esquema desse painel mostrado na figura e utilizou as formas de:



Questão a2: Um ciclo-hexano tem a sua estrutura molecular igual a?

- a) quadrados
- b) triângulos
- c) hexágonos
- d) trapézios

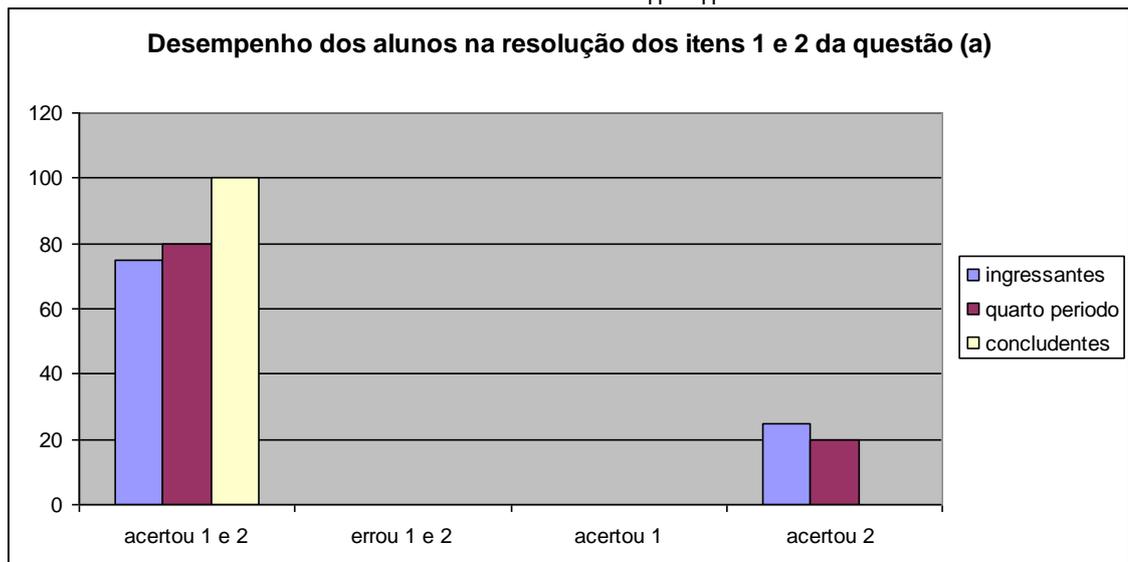
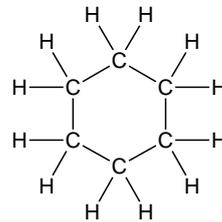
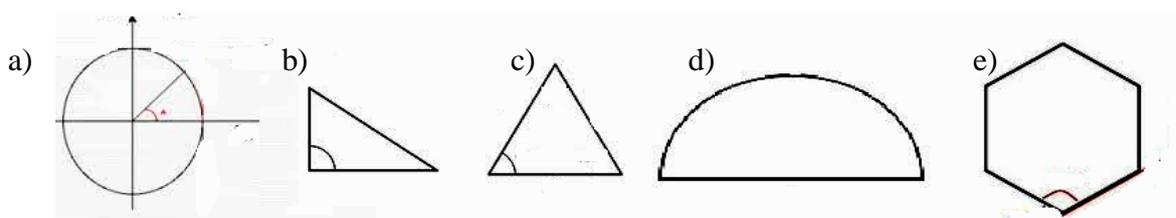


FIGURA 7: Gráfico dos resultados obtidos na avaliação da questão (a) nos quatro períodos de avaliação

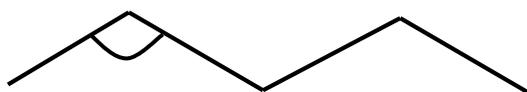
O conteúdo abordado nesta questão envolvia formas de figuras geométricas simples e exigia um conhecimento básico de Química Orgânica, mas as respostas obtidas nesta questão evidência uma correlação diretamente proporcional entre o aumento da escolaridade e o domínio das habilidades viso-espacial associada aos conceitos de geometria molecular, pois houve um aumento gradativo na porcentagem de alunos com êxito nos dois itens da questão (a), sendo 75, 80 e 100% para os alunos ingressantes, quarto período e concludentes respectivamente.

A questão (B) foi elaborada no intuito de avaliar o conhecimento dos alunos sobre ângulos, No item 1 foi apresentando aos mesmos cinco figuras geométricas onde os mesmos teriam que identificar os ângulos marcados, um triângulo retângulo (90°), um triângulo equilátero (60°), um círculo com um quadrante dividido ao meio (45°), semicírculo (180°) e um hexágono (120°). No item b da questão foi fornecido aos alunos a figura do pentano representada por linhas angulares onde exigiu que os mesmos associassem os conceitos de ângulos para identificar o ângulo formado entre o carbono 1,2,3 da molécula de pentano. Como respostas não foram colocadas a opção de 120° para não haver dúvida com o ângulo de 109° do carbono e permitir que mesmo alunos que não possuíssem este conceito, fossem capazes de responder a questão, pois o objetivo foi avaliar a capacidade de associação entre os dois conceitos.

Questão b1: Observe as figuras abaixo e marque a que possui o ângulo marcado igual a 120° .



Questão b2: Nesta representação de uma cadeia carbônica por linhas angulares a linha representa uma ligação carbono-carbono, o vértice e o final da linha representam um átomo de carbono. Observe a estrutura e marque o ângulo correto formado entre duas linhas.



- | | |
|----------------|----------------|
| 1) 180° | 4) 45° |
| 2) 60° | 5) 109° |
| 3) 90° | |

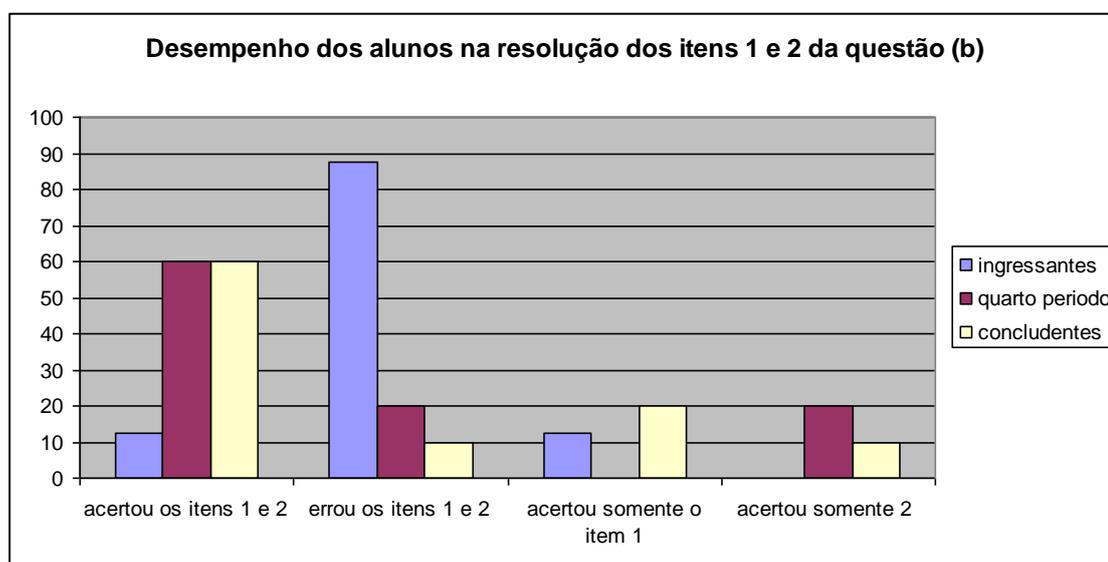


FIGURA 8: Gráfico dos resultados obtidos na avaliação da questão (b) nos quatro períodos de avaliação

A porcentagem de alunos ingressantes (12%) que conseguiram acertar os dois itens evidenciam uma dificuldade destes no uso dos conceitos de ângulos, tanto no item 1 que continha apenas figuras geométricas, quanto no item 2 em que a figura representava uma molécula orgânica. Já os alunos do quarto período e os concludentes tiveram desempenho semelhante, sendo a taxa de acerto nos dois itens de 60% mostrando que ocorre uma melhora na percepção dos ângulos presentes figuras geométricas facilitando a transmissão dos conceitos de química orgânica com o aumento do nível de graduação.

A questão (c) visou avaliar a percepção dos alunos em relação aos movimentos de rotação e translação que normalmente são muito utilizados quando se ensina química orgânica. segundo Duval (2004), reorganizar uma ou várias subfiguras de uma figura em outra, dando aparência diferente da inicial realizando superposição, rotação, translação, aumento, diminuição, colocação em profundidade e outras operações relativas possíveis dão uma organização perceptiva aparentemente diferente da figura original. Constitui-se desta forma um verdadeiro embaraço à apreensão operatória das figuras quando estas são rearranjadas perceptivelmente, pois a organização visual de uma figura privilegia certas unidades figurais e tende a ocultar outras. No ensino da geometria, por exemplo, os

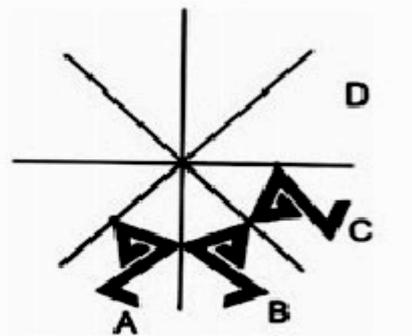
professores estão cientes que simples mudanças nas configurações de uma figura podem ser obstáculo para seu reconhecimento.

No item 1 da questão (c) foi apresentado aos alunos um figura geométrica preenchida com três partes por um mesmo símbolo, só que desenhado com uma rotação fixa em cada posição e para responder a pergunta o aluno necessitou de preencher o próximo espaço utilizando o mesmo símbolo e a mesma a rotação empregada nos espaços anteriores, no item 2, foi fornecido aos alunos uma formula estrutural de uma molécula orgânica aromática e pedia aos mesmos que adicionassem mais um anel benzênico a molécula, o que requeria muito mais o domínio dos conceitos de rotação do que propriamente conceitos de química orgânica.

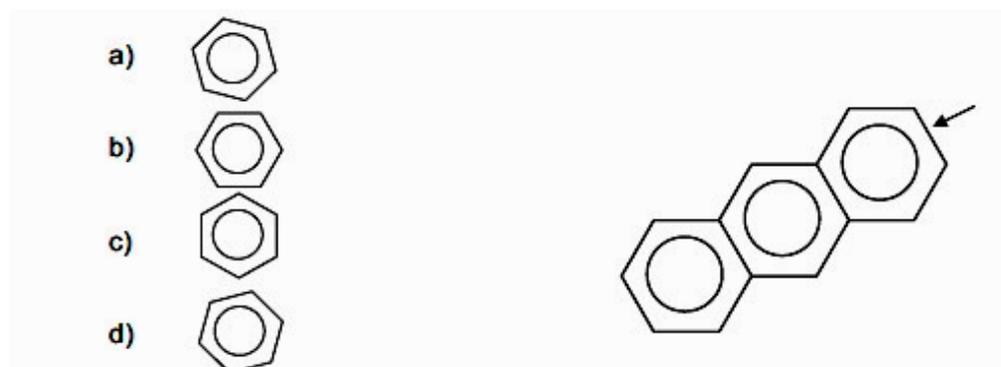
Questão c1: No desenho abaixo, o círculo deve ser ornamentado por meio de reflexões do mesmo motivo em torno das retas indicadas.

A figura a ser desenhada em D é:

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)



Questão c2: Esta cadeia ao lado, contém quatro anéis benzênicos e sofreu uma pequena inclinação. Qual destes anéis se encaixa na cadeia, no local indicado?



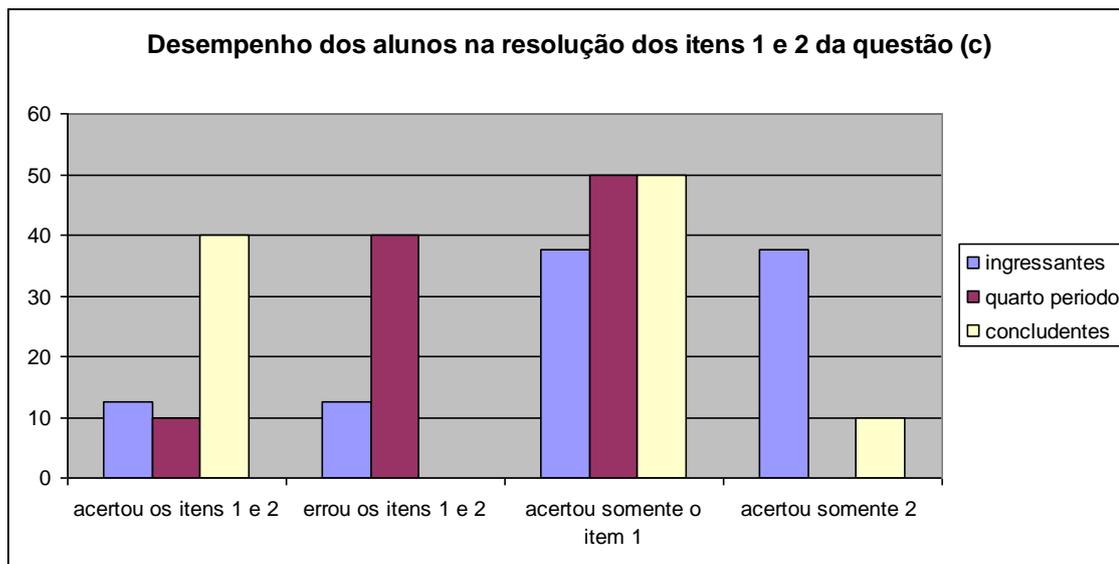
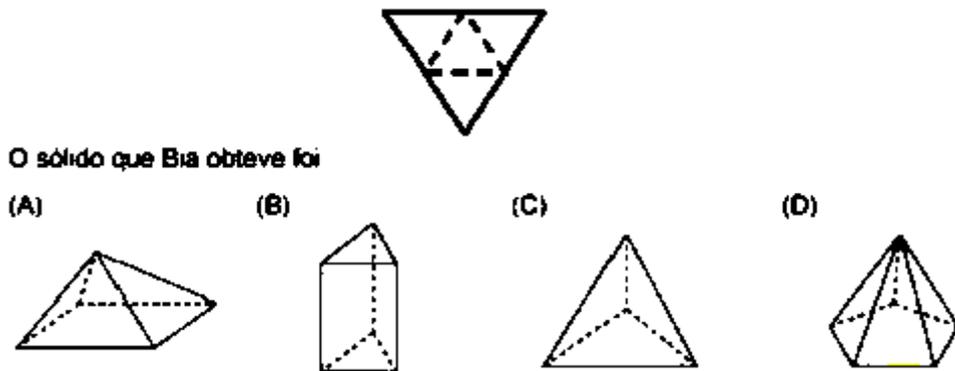


FIGURA 9: Gráfico dos resultados obtidos na avaliação da questão (e) nos quatro períodos de avaliação

Nesta questão o índice de acerto nos dois itens foram baixos, sendo de 12,5, 10 e 40% para ingressantes, quarto período e concludentes, respectivamente. Considerando apenas o item 1 o índice de acerto foi de 50, 60, 90% para ingressantes, quarto período e concludentes respectivamente indicando uma correlação direta entre o índice de acerto e tempo de estudo para a habilidade viso-espacial. A capacidade de aplicar esta habilidade na resolução de questões envolvendo rotação de molécula orgânica foi baixa sendo que 50% dos alunos concludentes obtiveram êxito na operação de translação para completar a figura do composto poli-aromático, evidenciando que independente do domínio dos conceitos de química orgânica, estes ainda tem dificuldade em realizar operações isométricas com moléculas orgânicas.

A questão (d) procurou avaliar no item 1 a capacidade do aluno em transformar um objeto plano em um tridimensional e no item 2 a capacidade dos mesmos em relacionar o conceito de carbono tetraédrico a figura de um tetraedro. As questões estão apresentadas a seguir:

Questão d1: Bia recortou a figura e, em seguida, fez uma colagem para obter um sólido de papelão.



Questão d2: Um modelo de átomo de carbono assume a forma geométrica de um tetraedro. Identifique de qual sólido estamos falando.

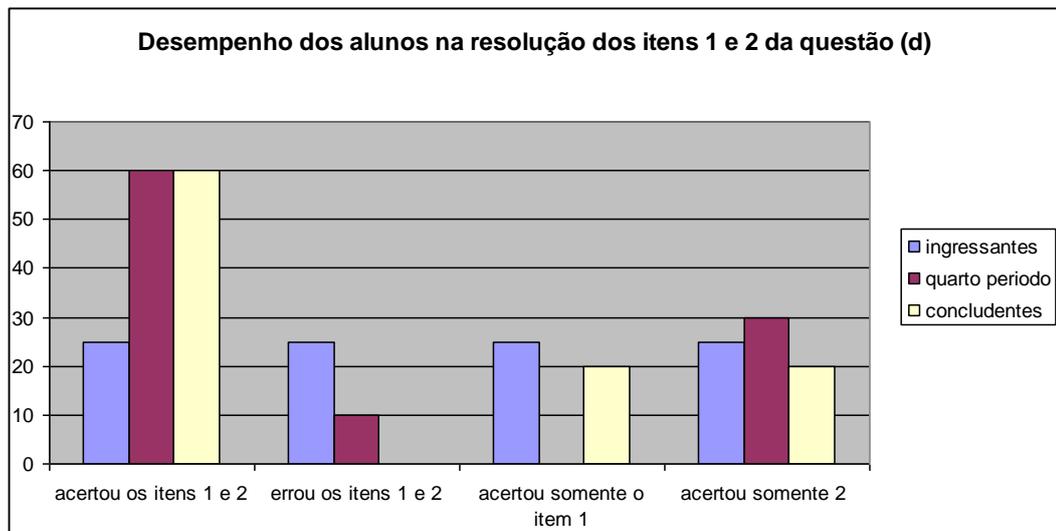
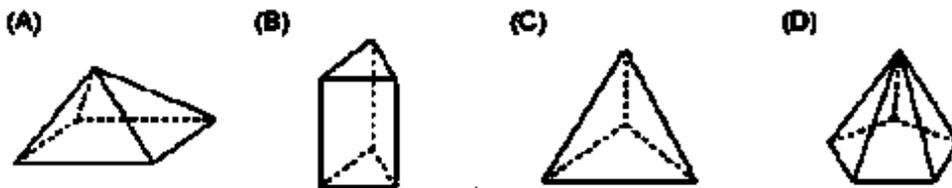


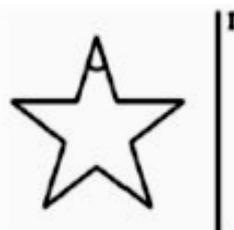
FIGURA 10: Gráfico dos resultados obtidos na avaliação da questão (d) nos quatro períodos de avaliação

Observa-se no gráfico 10 que ocorre um aumento bem acentuado no índice de acerto nos dois itens dos alunos ingressantes (25%) para os demais (60%), evidenciando que estes apresentam dificuldade neste tema no início do curso, mas sendo esta dificuldade atenuada com o aumento do tempo de curso.

Na questão (e) os dois itens trabalhados exigem conhecimento espacial, um mais do que outro. No item 1 foi avaliado a capacidade do aluno em realizar operação de reflexão, tendo o mesmo que desenhar ou imaginar a imagem da figura de uma estrela para responder a pergunta, neste caso sendo uma figura simétrica. No item 2 foi fornecida uma figura de uma molécula orgânica assimétrica, desenhada tridimensional, sendo sua imagem diferente do objeto. Tal questão foi elaborada no intuito de avaliar a capacidade do aluno em visualizar moléculas no espaço e relacionar com conceitos estudados em estereoquímica.

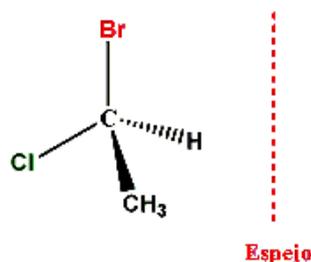
Questão e1: Se refletirmos a figura abaixo em torno da reta r observaremos que na figura refletida o ângulo marcado:

- (A) permanecerá o mesmo.
- (B) será dobrado.
- (C) será dividido por 2.
- (D) irá aumentar de 1 grau.



Questão e2: Observando a imagem de uma molécula de 1-bromo-1-cloro-etano em um espelho concluiremos que:

- a) Imagem será igual ao objeto;
- b) Será reduzida de tamanho;
- c) perderá um dos hidrogênios (H);
- d) Imagem diferente do objeto.



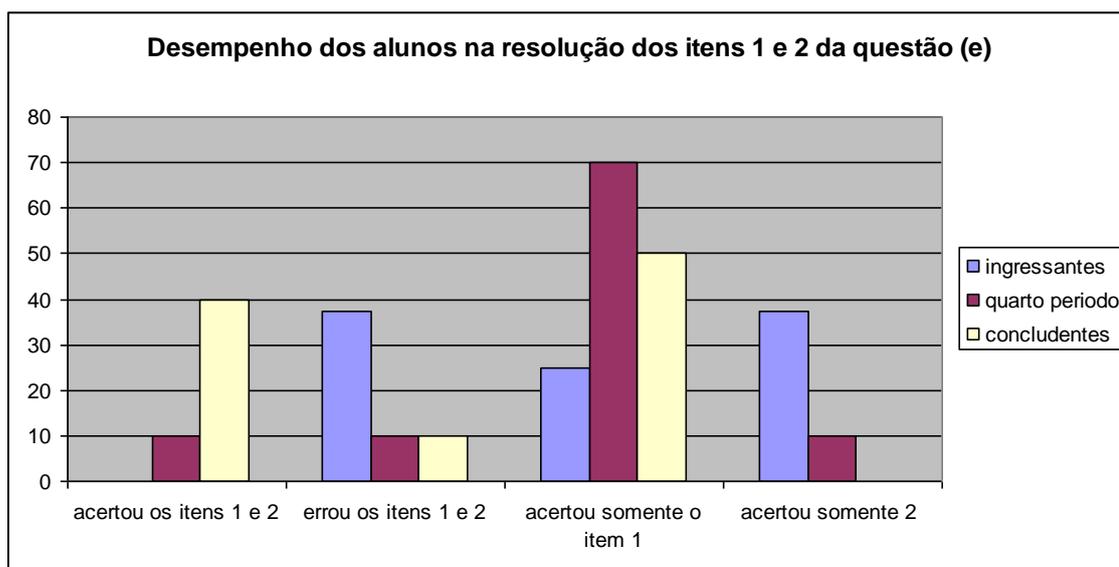


FIGURA 11: Gráfico dos resultados obtidos na avaliação da questão (e) nos quatro períodos de avaliação

O Gráfico 11 mostra que os alunos ingressantes ainda não conseguem correlacionar os conceitos sendo que nenhum conseguiu acertar os dois itens, já 40% dos alunos concludentes acertam os dois itens, desta questão conseguindo correlacionar a habilidade viso-espacial aos conceitos de estereoquímica, este valor pode ser considerado baixo. Quando analisamos apenas o item a que envolve uma figura simetria o índice de acerto é relativamente elevado para os alunos do quarto período e concludentes, sendo de 80 e 90% respectivamente evidenciando facilidade maior em trabalhar com figuras simétricas.

5. CONCLUSÕES

O aproveitamento dos alunos em correlacionar conceitos geométricos com geometria molecular melhora com o aumento do tempo de estudo, quando se trata de figuras no plano e estáticos, como mostra os resultados obtidos nas questões a e b.

A capacidade de transformar uma figura plana em uma tridimensional e correlacionar este conceito ao conceito químico melhora após os quatro primeiros períodos de estudo.

Quando se apresentava ou pede para desenhar figuras em que é necessária a realização de transformações isométricas como rotação e reflexão, casos das questões (c) e (e), os alunos apresentam grande dificuldade em correlacionar os conceitos geométricos aos conceitos químicos.

6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE NETO, A. S. ; Daniele Raupp ; MOREIRA, M. A. . **A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais.** In: Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC) v. 1. p. 1-12, 2009.
- ARAUJO NETO, W. N. **Formas de uso da noção de representação estrutural no ensino superior de química.** 2009. 228 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CHASSOT, A.; **Alfabetização Científica: questões e desafio para a educação,** Ed. Unijuí: Ijuí, 2003, cap. 5.
- COUTEUR, P.; BURRESON, J. P. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história;** tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.
- DUVAL, Raymond. **Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática In:** Machado, Silva Dias Alcântara (org.). Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica. 4ª edição. Campinas, SP: Papirus, p. 11-33, 2008.
- FERREIRA, C.; ARROIO, A.; REZENDE, D. B. **Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade.** Química Nova, v.34, p. , 1661-1665, 2011
- GARCÍA, J. J. G.; PERALES, F. J. Cómo usan los profesores de química las representaciones semióticas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** v. 5, p. 247-259, 2006.
- GÓIS, J. C; **Registros de representações semióticas por estudantes de Química orgânica;** 2010. Trabalho de conclusão de curso universidade federal de Sergipe 2010.
- MARK, S. L.; Modern Drug Discovery 2000, november, 17.
- MCMURRY, John. **Química Orgânica.** 6ª edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- MONTAUDO, G. **The Discovery of Tetrahedral Carbon:Contributions of Paternò and Cannizzaro,** Gazz. Chim. It. v. 84, p. 837, 1997.
- MORTIMER, E. F. **Em Ciência, ética e cultura na educação;** Chassot, A.; Oliveira, R. J., orgs.; Ed. Unisinos: São Leopoldo, 1998, cap. 4
- REILL, P. H., **Vitalizing Nature in the Enlightenment,** Berkeley, California U. P., 2005
- ROQUE, N. F., SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Salvador – BA. **Química Nova,** v.. 31, p. 921-923, 2008.
- SOLOMONS, GRAHAM T. W. E FRYHLE, Craing B. **Química Orgânica.** 8ª edição, volume 1, editora LTC, Rio de Janeiro, 2005.

SOLOMONS, GRAHAM T. W. e FRYHLE, Craing B. **Química Orgânica**. 7ª edição, volume 1, editora LTC, Rio de Janeiro, 2001.

VOLLHARDT, PETER K. C. e SCHORE, Neil E. **Química Orgânica: estrutura e função**. 4ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2004.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B.; Os níveis de representação no ensino de Química e as categorias da semiótica de Pierce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p.275-290, 2011.