



## MODELOS MENTAIS: UMA CONSTRUÇÃO TEÓRICA SIGNIFICATIVA NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Francisco Antonio Mabson Henrique LOPES<sup>1</sup>, Eva Emanuela Lopes MARTINS<sup>2</sup>, Isabel Cristina Alves PEREIRA<sup>3</sup>, Albaneide Fernandes WANDERLEY<sup>4</sup>

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande,  
E-mail: mabsonlope21@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande,  
E-mail: evaemanuelalopesmartins@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande,  
E-mail: isabel.quimica.ufcg@gmail.com

Professor Doutora do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande,  
E-mail: albawanderley@gmail.com

**Resumo:** Entende-se por modelo mental a representação cognitiva do mundo o qual o indivíduo está inserido. A ciência é uma das diversas áreas do conhecimento que utiliza de forma diversificada o termo “modelo”. Neste trabalho a partir dos estudos de estereoquímica e geometria, mediante aula contextualizada e aplicação de questionário, objetivamos identificar os possíveis modelos mentais dos licenciandos do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), compreendendo a construção e reconhecendo a importância desses modelos mentais na formação de professores. Os resultados demonstram a boa compreensão que os estudantes possuem sobre os conteúdos abordados, apresentando modelos contextualizados com definições que se aproximam da linguagem científica. Os modelos mentais, independente da visualização, podem interferir no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** química orgânica, geometria, ensino de química, modelos mentais.

**Abstract:** It is understood as mental model the cognitive representation of the world in which the individual is inserted. Science is one of several areas of knowledge that uses the term “model” in various ways. In this work, based on studies of stereochemistry and geometry, through a contextualized class and application of questionnaires, we aimed to identify the possible mental models of the graduates of the Chemistry course of the Federal University of Campina Grande (UFCG), understanding the construction and recognizing the importance of these mental models in teacher training. The results show that students have a good understanding of the contents, presenting contextualized models with definitions that approximate the scientific language. The mental models, independent of visualization, may interfere in the teaching-learning process.

**Keywords:** organic chemistry, geometry, chemistry teaching, mental models.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a educação tem tido avanços importantes, principalmente o que diz respeito às pesquisas na área de Ensino de Ciências, onde nessa as mudanças e transformações são incontáveis. Diante dessas mudanças, vêm-se estudando as representações mentais, mediante várias vertentes, os modelos mentais. De modo geral, tais pesquisas estão procurando



reduzir os problemas no processo de ensino-aprendizagem e contribuindo para o desenvolvimento do processo educacional (Santos, 2014).

Segundo Silva & Núñez (2007), o termo, modelos, está diretamente associado à química como ciência, visto a constante utilização desse vocábulo no meio científico englobando teorias que expressam uma linguagem própria, estando relacionado à construção de conceitos, analogias e icônicos. Assim, pode-se dizer que para o desenvolvimento cognitivo significativo no processo de ensino-aprendizagem em Química faz-se necessária à construção, uso e compreensão de modelos pelos estudantes, assim como a constante atualização dos modelos científicos pelos professores.

Nesse contexto, modelos seriam compreendidos como uma ferramenta de pesquisa e aprendizagem, reproduzindo um fenômeno ou objeto de estudo, a partir da imaginação da realidade ou de uma ideia, explicando e descobrindo, com a finalidade de compreender o fenômeno ou o objeto em estudo, dessa forma solucionando problemas (Silva & Núñez 2007).

Como exemplo, o estudo de fenômenos químicos, seja teórico ou experimental, levará inevitavelmente a uma aproximação modelada, ou seja, a algo vivenciado, real, uma vez que não é possível visualizarmos diretamente os fenômenos e seus resultados. Dessa forma, ensinar química é interpretar os experimentos e teorias complexas relacionando com o modelo, construção imaginária. Nessa perspectiva, Silva e Núñez (2007) afirma que “a modelação seria então o processo pelo qual os sujeitos constroem modelos, os quais substituem os processos reais que são mais complexos e, por vezes, difíceis de serem estudados sob condições naturais.”.

Segundo Santos *et al* (2013), é importante que os professores e pesquisadores se adequem a rápida evolução do ensino frente a uma sociedade tecnológica, principalmente os envolvidos em áreas mais complexas, como os de Ciências. Dessa forma não estaremos identificando apenas concepções alternativas, mas rompendo essa visão simplista e procurando compreender o processo de construção cognitiva humana. Portanto, a Teoria dos Modelos Mentais possui como foco principal o processo mental na construção cognitiva.

Entretanto, os estudantes, principalmente os contemporâneos apresentam várias concepções alternativas formuladas seja sobre situações ou fenômenos. Tais concepções podem interferir no desenvolvimento cognitivo de novos conceitos, entretanto essas concepções alternativas e ideias prévias são bases para construções de modelos mentais (Santos, 2014).



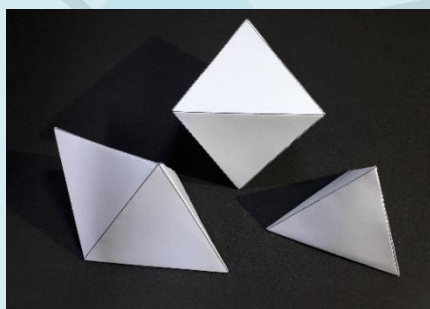
Diante disso, concepções alternativas e modelos mentais possuem definições distintas, mesmo assim uma é complementar da outra. As concepções alternativas são produtos imediatos da mente representando subconsciente do indivíduo, essas por sua vez não podem ser pensadas, repensadas ou formuladas. Enquanto os modelos mentais são pensados, complexos, repensados, reformulados e nunca está pronto, finalizado (Os modelos mentais estão diretamente relacionados à capacidade de compreensão e raciocínio do sujeito, portanto são eles que guiam os mecanismos cognitivos que geram explicações, descrições, inferências e reaplicações. Eles são específicos de cada indivíduo, porém não são precisos, coerentes nem completos. É preciso observar que essas lacunas podem ocorrer por vários motivos tais como, a instrução inadequada, materiais didáticos que não estimulam sua avaliação e modelos conceituais que mais se aproximam de definições a serem memorizadas).

A relevância deste trabalho está no fato de fornecer aos licenciandos conhecimento do processo de aprendizagem, bem como a forma de organizar, estruturar e mediar os conhecimentos, possibilitando um ensino significativo. Dentre essas condições, procura-se compreender os modelos mentais e aproximá-lo do científico, relacionando à temática de geometria e estereoquímica.

## METODOLOGIA

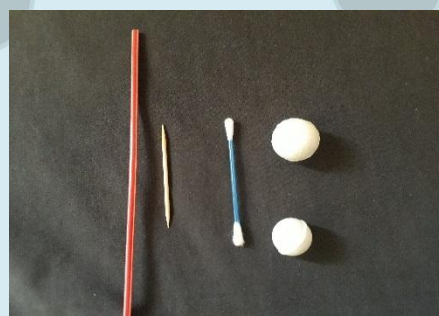
Inicialmente utilizando papel canson foram confeccionadas formas geométricas, obtendo-se origamis com formatos de octaedro, hexaedro e tetraedro; também foram produzidos modelos moleculares formados a partir de bolas de isopor de diferentes tamanhos, simbolizando os átomos, palitos de dentes indicando as ligações, hastes com algodão indicando os pares de elétrons livres e canudo de bebidas indicando a ligação dupla.

**Figura 1:** Origamis representando as formas geométricas.



Fonte: Próprio autor, 2018.

**Figura 2:** Materiais utilizados para confeccionar as moléculas.



Fonte: Próprio autor, 2018.



As bolas de isopor foram pintadas de acordo com (Lima & De Lima Neto, 1999) utilizando cores diferentes buscando a diferenciação e melhor visualização dos diferentes átomos presentes na molécula: hidrogênio (branco), boro (marrom), carbono (preto), cloro (verde escuro), enxofre (amarelo), fósforo (púrpura), nitrogênio (azul), oxigênio (vermelho) e flúor (verde claro).

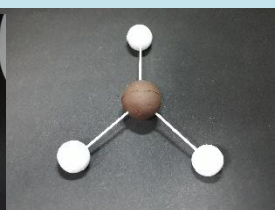
Os modelos moleculares foram selecionados e construídos conforme (Silva et al., 2017). Para que os alunos visualizassem diferentes formas geométricas, foram confeccionados modelos para as seguintes moléculas: água ( $H_2O$ ), amônia ( $NH_3$ ), hidreto de boro ( $BH_3$ ), metano ( $CH_4$ ), pentacloreto de fósforo ( $PCl_5$ ), hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ) e tetrafluoreto de enxofre ( $SF_4$ ).

**Figura 3:** Modelo bola palito.



$H_2O$

$BH_3$



$BH_3$

$SF_4$

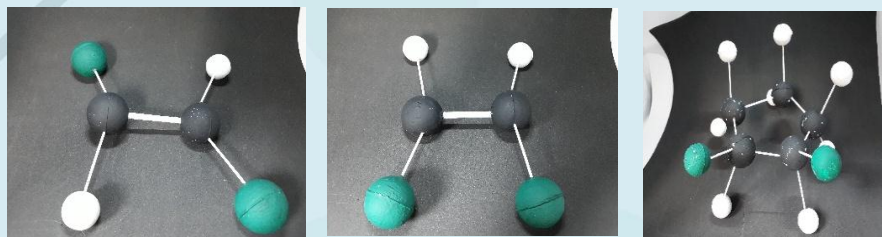
$SF_6$

**Fonte:** Próprio autor, 2018.

Para melhor visualização dos estereoisômeros foram confeccionados os modelos moleculares a seguir: cis e trans-1,2-dicloroeteno; cis-1,2-diclorociclopentano; cis e trans-1,4-diclorocicloexano.



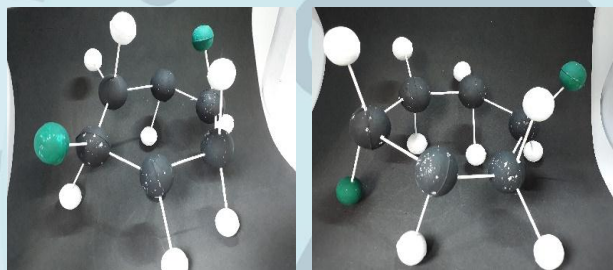
**Figura 4:** Estereoisômeros cis e trans.



Trans-1,2-dicloroeteno

Cis-1,2-dicloroeteno

Cis-1,2-



Cis-1,4-

Trans- 1,4-  
diclorocicloexano

**Fonte:** Próprio autor, 2018.

Após a confecção dos modelos e das formas geométricas, foi ministrada a aula referente ao tema “geometria molecular e estereoquímica”, no ensino superior, com 8 alunos partir do 6º período, do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, campus Cajazeiras-PB.

Com a presença dos estudantes que apresentavam interesse pelo assunto em estudo, foi dado início a pesquisa dividindo-se em três momentos. No primeiro momento foi aplicado um questionário prévio buscando investigar se os alunos tinham conhecimento sobre modelos mentais, geometria molecular e estereoquímica em seguida foram discutidas com os licenciandos a importância de conhecer os modelos mentais bem como sua relação no desenvolvimento cognitivo do indivíduo. No segundo momento foi ministrada uma aula sobre geometria molecular e estereoquímica com apresentação de



vídeo, imagens e os modelos de bola e vareta. No terceiro momento, com aplicação do segundo questionário objetivamos compreender a construção e modificação dos modelos mentais para identificar geometrias moleculares e explicar assuntos sobre isomeria.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os modelos mentais foram analisados individualmente, levando em consideração os dados obtidos a partir dos questionários. Segundo Moreira (1996) cada indivíduo possui uma construção de modelo mental particular, assim não existem modelos mentais idênticos, dessa forma apresentando variações.

Notou-se que cada pessoa tem uma maneira de representar seus modelos mentais, os discentes apresentaram suas representações, muitas vezes, relacionando uma lei científica com o cotidiano. De acordo com Moreira (1996) modelos mentais são representações internas capaz de descrever ou explicar o mundo externo.

Ao analisar os dados do primeiro questionário (Quadro1) verifica-se que o estudante poderia representar o seu modelo mental sobre o tema, através de desenho ou escrita. Porém, mesmo podendo expandir a sua resposta, apresentaram respostas como sim e não, sem expressar nenhuma especificação e contextualização para estas questões como é mostrado no Gráfico 1.

**Quadro 1:** questões referente ao primeiro

- 
- 1. O que você entende por modelos mentais?**
  - 2. Você já ouviu falar sobre geometria molecular e estereoquímica?**
  - 3. Quais geometria moleculares você conhece?**
  - 4. Você conhece algum estereoisômero?**
  - 5. Você tem dificuldade para visualizar a disposição espacial dos átomos em uma molécula?**
- 

**Fonte:** Próprio autor, 2018

Quando indagados sobre a compreensão por modelos mentais (questão 1), 25,00% não conseguiram expressar as representações ou ainda não os construíram. As respostas da questão 1 foram agrupadas em 05 (cinco) tipos: modelo da aprendizagem, da explicação, da criação, da visualização e



não demonstração. No Quadro 1 encontram-se a descrição e suas respectivas hipóteses referindo-se a definição de modelo mental considerando a semelhança e as ideias representadas por cada indivíduo.

**Quadro 2.** Modelos mentais encontrados de acordo com a definição de cada aluno antes da aula.

MODELO	MODELO MENTAL	HIPÓTESE	PORCENTAGEM
1	Modelo da aprendizagem	O licenciando compreende modelo mental como sendo uma ponte para o desenvolvimento da aprendizagem.	12,50%
2	Modelo da explicação	Define como sendo uma forma de explicar o mundo.	12,50%
3	Modelo da criação	Diz que é uma forma de criar e representar o mundo o qual está inerido.	12,50%
4	Modelo da visualização	Definem como sendo a forma que visualizamos mentalmente determinada situação.	37,50%
5	Não demonstraram modelos	Não apresentaram nenhum modelo mental.	25,00%

**Fonte:** Próprio autor, 2018

Nota-se a partir dos dados do Quadro 1 que a maiorias dos licenciandos conseguiram definir modelo mental de forma clara, havendo semelhança entre os modelos, mas diferentes formas de representá-las.

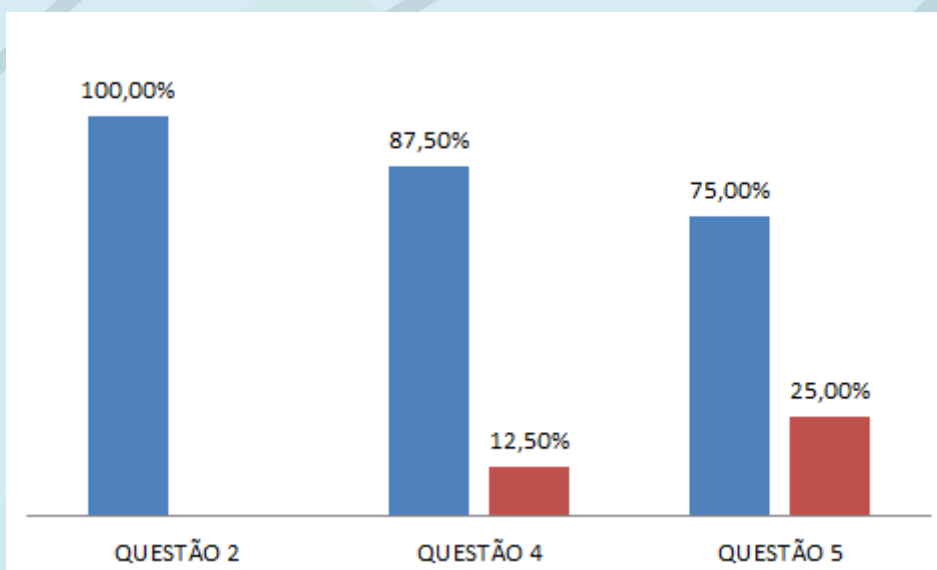
De acordo com as respostas das questões 2, 4 e 5 (Quadro 1) do mesmo questionário percebe-se que todos os discentes dizem ter conhecimento sobre o tema da aula a ser ministrada, porém um estudante relata não conhecer pelo menos um estereoisômero, a contradição pode está associada a ausência de um modelo eficiente para representar uma molécula no espaço já que 25,00% dos estudantes afirmam dificuldade quanto a visualização da disposição molecular, conforme mostrado no Gráfico 1, abaixo.

**Gráfico 1.** Porcentagem do entendimento dos alunos sobre geometria, estereoquímica e disposição espacial dos átomos referente ao primeiro questionário mostrado no quadro 1.



# TRABALHO COMPLETO

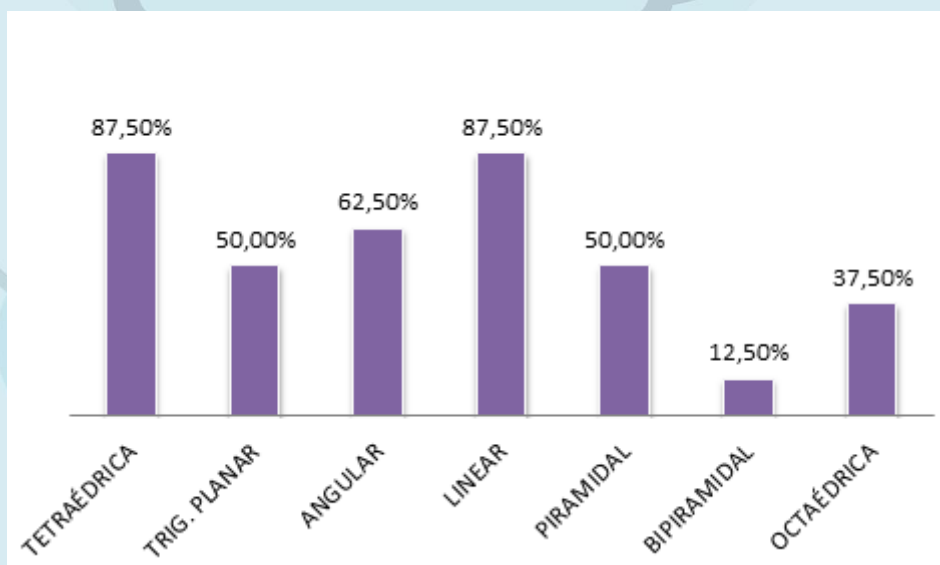
“Caminhos para a formação de professores no contexto atual: desafios e possibilidades.”



Fonte: Próprio autor, 2018

Em respostas a questão 3, evidenciou-se que os alunos representaram, através da escrita, às geometrias mais simples, obtendo estas um maior percentual de repetições, enquanto as geometrias mais complexas são repetidas em um percentual menor (Gráfico 2). Para esse momento os licenciandos apresentaram os modelos mais simples sobre geometria, por outro lado para Moreira (1996) os modelos mentais estão em mutação contínua sendo expostos para as finalidades adequadas.

Gráfico 2. Porcentagem Das geometrias citadas pelos alunos para a Questão 3



Fonte: Próprio autor, 2018





Após a aplicação do primeiro questionário, foi explanada a importância de se conhecer estes modelos e sua importância no processo de ensino-aprendizagem, diante disso foram trabalhados os conceitos de Johnson-Laird (1983) bem como estimulado a expressão de alguns modelos mentais sobre o dia a dia dos indivíduos. Foi perceptível que mesmo se tratando de um mesmo objeto ou imagem, todos os alunos apresentavam modelos diferentes. De acordo com Johnson-Laird (1983) a representação analógica é a base para a existência de um modelo mental, as representações analógicas podem ser consideradas os aspectos particulares enquanto o modelo mental é uma representação ampla e genérica.

Em um segundo momento, ao longo da mediação da aula, foram trabalhado os conceitos de geometria molecular, estereoquímica e suas particularidades com demonstração de moléculas utilizando do modelo bola e vareta procurando contribuir na construção e na modificação de modelos de representações mentais. Para Borges (1997) esta representação que inicialmente pode ser simples, por meio da instrução significativa pode-se ocorrer à formação de modelos mais sofisticados e complexos.

Após a instrução da aula, com aplicação do segundo questionário (Quadro3), podemos observar como os modelos moleculares e os origamis confeccionados foram significativos na visualização das moléculas aproximando macroscopicamente da estrutura manométrica da matéria. Assim os licenciandos conseguiram imaginar as diferentes formas que as moléculas podem assumir no espaço, e dessa forma construindo e modificando seus modelos mentais sobre as geometrias moleculares e arranjo espacial dos átomos.

**Quadro 3:** questões referente segundo questionário.

---

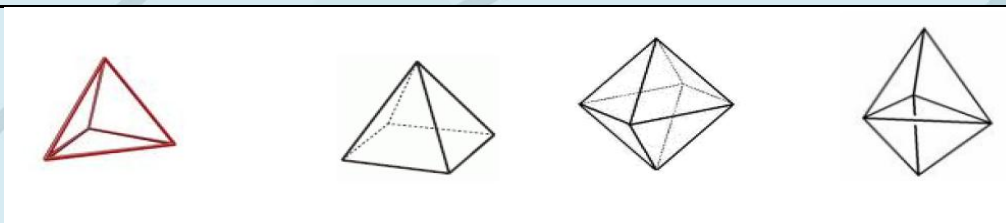
**1. Qual a sua concepção sobre modelos mentais?**

**2. Numa escala de 00 a 10 que nota você atribuiria para a contribuição dos modelos mentais no processo de ensino-aprendizagem?**

( ) 00 ( ) 01 ( ) 02 ( ) 03 ( ) 04 ( ) 05 ( ) 06 ( ) 07 ( ) 08 ( ) 09 ( ) 10

**3. Quais as formas geométricas espaciais estão representadas abaixo? Você conhece alguma molécula que assuma alguma das geometrias representadas abaixo? Cite.**

---



4. O que você entende por estereoisômero?
5. O que é quiralidade? Como você determinaria se uma molécula é quiral ou não?
6. Diferencie enantiômero de diastereoisômero.

Fonte: Próprio autor, 2018

Os dados do segundo questionário foram analisados buscando associar as semelhanças de acordo com a resposta de cada indivíduo. Nas respostas para questão 1 pode-se perceber o desenvolvimento, construção e modificação dos modelos mentais dos licenciandos ao serem novamente questionados sobre seu conhecimento por modelos mentais. Assim, conforme os resultados, constantes no Quadro 4, foi possível reunir as respostas em 05 (cinco) grupos, foi identificado: modelo da explicação, da visualização, do conhecimento da informação e aprendizagem.

**Quadro 4.** Modelos mentais encontrados de acordo com a definição de cada aluno após a aula.

MODELO	MODELO MENTAL	HIPÓTESE	PORCENTAGEM
1	Modelo da explicação	O licenciando compreende modelo mental como sendo transmitir informações.	12,50%
2	Modelo da visualização	Define como sendo a maneira que enxergamos o mundo.	12,50%
3	Modelo do conhecimento	Definem como sendo a compreensão do mundo, estando renovando constantemente.	50,00%
4	Modelo da informação	Diz que a forma como conseguimos aprender os assuntos estudados.	12,50%



5

Modelo da aprendizagem

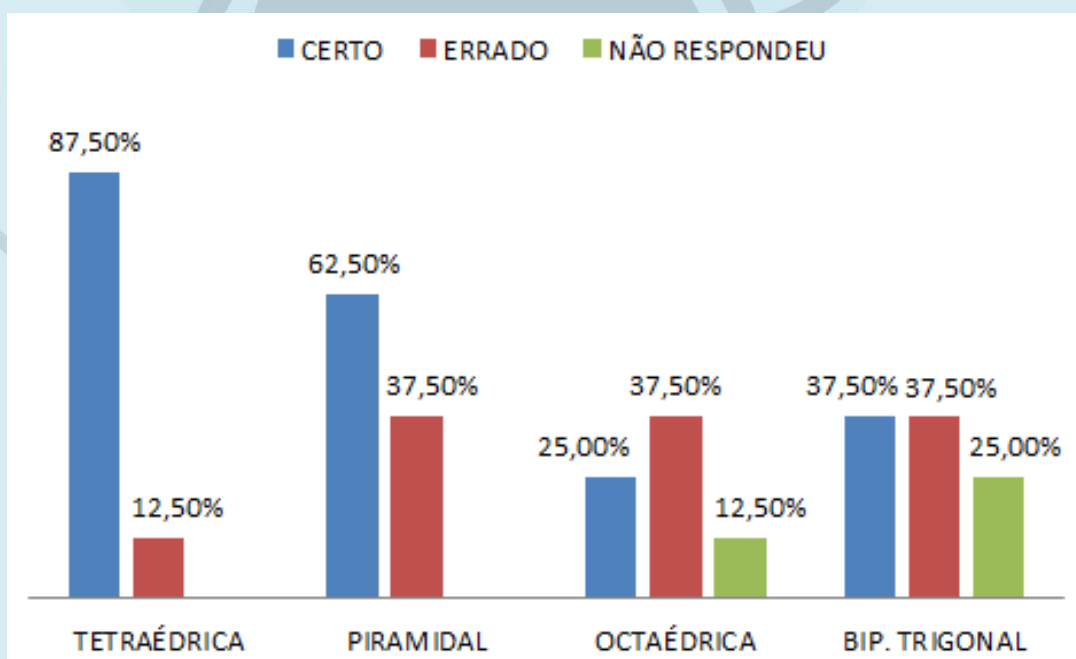
O licenciando associa ao 12,50% significado que atribuímos à matéria.

Fonte: Próprio autor, 2018

Após a contextualização do conteúdo, todos os estudantes conseguiram expressar de forma escrita seus modelos, demonstrando conhecimento da importância de se entender a representação mental dos estudantes se adequando do ensino por práxis: ensinar, repensar e ensinar novamente. Dos discentes participantes da pesquisa, em resposta ao questionamento sobre a contribuição da observação dos modelos mentais no processo de ensino-aprendizagem, em uma escala 0-10, 62,50% atribuíram nota 9,0 e 37,50% atribuíram nota igual a 7,0; 8,0 e 10,0. De acordo com Santos *et al* (2013), os modelos mentais estão relacionados com o raciocínio do sujeito, e são estes que mecaniza o cognitivo de cada pessoa, sendo capaz de explicar e descreve diferentes situações.

Ao analisar os dados da questão 3 onde o licenciando deveria identificar 04 (quatro) geometrias moleculares, percebe-se que os modelos mentais construídos pelos estudantes são pouco significativos, conforme visto o percentual de acertos e erros apresentados no Gráfico 3, abaixo.

Gráfico 3. Porcentagem de acertos e erros dos alunos sobre geometria molecular.



Fonte: Próprio autor, 2018



Percebe-se a permanência da dificuldade ao expressar os modelos mentais sobre as geometrias. Os graduandos possuem maior facilidade em identificar geometrias simples como a tetraédrica e a piramidal, apresentando dificuldade de identificá-las.

Por outro lado os modelos mentais construídos e moldados sobre estereoquímica foram representado significativamente de forma escrita, contextualizada e aproximando-se da realidade. Portanto, os modelos mentais para as questões 4, 5 e 6, mostradas no Quadro 4, foram associados de forma semelhante às palavras: estrutura tridimensional, conformação, imagem especular, forma R e S, arranjo dos átomos no espaço, isômeros, mesma forma molecular, imagem especular e quiralidade.

## CONCLUSÃO

Após aplicação da aula utilizando os modelos moleculares, geométricos e questionários foi possível concluir que a construção de modelos químicos macroscópicos contribuiu de forma significativa no processo de ensino-aprendizagem. Em geral, foi observado que os estudantes de Química apresentam dificuldades em identificar as formas geométricas, mas conseguem representar seus modelos mentais de forma escrita sobre estereoquímica. Para os conceitos de modelo mental houve uma evolução à medida que se decorreu a aula, tendo sido comprovado dessa forma um aperfeiçoamento de seus conhecimentos prévios. Em contrapartida, foi observada que os licenciandos não possuem modelos mentais que pudessem ser representados na forma de desenho sobre os conteúdos aplicados, tendo em vista que em nenhum momento estes foram apresentados.

Portanto os modelos mentais apresentados pelos graduandos ainda são simples. Esta situação pode demonstrar problemas na formação inicial de professores de química, sendo preciso rever práticas e metodologias adotadas buscando implementar meios para que haja o desenvolvimento de modelos mentais próxima da teoria científica, incluindo por exemplo, imagens, animações e vídeos, representando os fenômeno macroscopicamente para uma aprendizagem significativa.

## REFERÊNCIAS

BORGES, A. T. **Um estudo de Modelos Mentais**. Investigações em Ensino de Ciências, v.2, n. 3, p. 207-226, 1997.



JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

JUSTI, R. **Modelos e Modelagem no Ensino de química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos.** In: SANTOS, W. L. P. & MALDANER, O. A. (Org.) *Ensino de Química em Foco*, p. 209-229, 2010.

Lima, M. B.; De Lima-Neto, P. (1999). **Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química.** *Química Nova*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v22n6/2598.pdf>>. Acesso em 29 de setembro de 2018.

MOREIRA, M. A. **Modelos Mentais.** *Investigação no Ensino de Ciências*, v.1 n.3, p.193-232, 1996.

Santos, A, C, O.; Melo, M. R.; Andrade, T. S. (2013). **O estudo de modelos mentais sobre equilíbrio químico dos licenciandos da ufs.** EDUCERE. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/10030\\_5904.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/10030_5904.pdf)>. Acesso em 03 de outubro de 2018.

Santos, A, C, O. **Reflexões sobre as contribuições do estudo dos modelos mentais de equilíbrio químico na formação de professores de química.** 2014. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

Silva, T. S.; Souza, J. J. N.; Filho, J. R. C. (2017). **Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de química.** *Experiência em Ensino de Ciência*. Disponível em: <[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID351/v12\\_n2\\_a2017.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID351/v12_n2_a2017.pdf)>. Acesso em 30 de setembro de 2018.

Silva, M. G. L. & Núñez, I. B. N. (2007). **Modelos científicos, didáticos e mentais.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Brasil.