



Campus  
Sousa

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**  
**IFPB – CAMPUS SOUSA**  
**CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**PALOMA GOMES DE ABRANTES**

**INVESTIGAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES DOS MODELOS CONCRETOS PARA O  
ENSINO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS SIGMA E PI**

**SOUSA – PB**

**2018**

**PALOMA GOMES DE ABRANTES**

**INVESTIGAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES DOS MODELOS CONCRETOS PARA O  
ENSINO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS SIGMA E PI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB/Sousa, como parte das atividades para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Professor Dr. Anderson Savio de Medeiros Simões.

**SOUSA – PB**

**2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
Edgreyce Bezerra dos Santos – Bibliotecária CRB 15/586

A161i      Abrantes, Paloma Gomes de.  
                Investigação das contribuições dos modelos concretos para  
                o ensino das ligações químicas Sigma e PI. – Sousa: O Autor,  
                2018.  
                49 p.  
                                Orientador: Dr. Anderson Savio de Medeiros Simões.

                Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
                Licenciatura em Química do IFPB – Sousa.  
                – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da  
                Paraíba.

                1 Química - ensino. 2 Aulas de química – modelos concretos.  
                I Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CAMPUS SOUSA  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR  
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

---

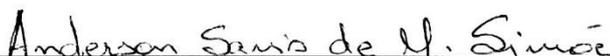
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

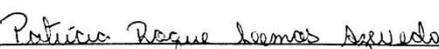
**Título:** Investigação das Contribuições dos Modelos Concretos para o Ensino das Ligações Químicas Sigma e Pi.

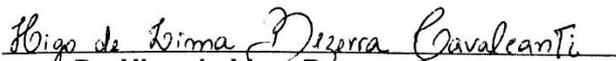
**Autora:** Paloma Gomes de Abrantes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 23/02/2018.

  
**Dr. Anderson Savio de Medeiros Simões**  
IFPB – Campus João Pessoa  
Professo Orientador

  
**Esp. Patrícia Roque Lemos Azevedo**  
IFPB – Campus Sousa  
Examinadora 1

  
**Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti**  
IFPB – Campus Sousa  
Examinador 2



Dedico este trabalho a todos que torceram pelo meu sucesso e me ajudaram a crescer mesmo diante de tantos obstáculos enfrentados para chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primariamente, a Deus por me conceder cada dia da minha vida, por proporcionar tantas opções de caminhos e por me auxiliar na escolha dos que já me trouxeram tantos frutos. Agradeço pela força que Ele me deu e por ter sido um dos meus melhores amigos. Sem a ajuda dEle, talvez, eu não tivesse conseguido chegar até aqui.

Agradeço à minha família que, mesmo com seus defeitos e particularidades, sempre esteve ao meu lado, me apoiando em algumas decisões malucas e me aconselhando a não tomar outras. Dando-me amor e carinho, mas, acima de tudo, me dando esperança para não desistir dos meus sonhos, me dando garra e coragem para sempre seguir em frente.

Agradeço aos meus professores, pois cada um deles contribuiu de alguma forma na minha formação, uns compartilhando seu conhecimento, ensinando sobre a vida e o mundo e me ajudando a trilhar um caminho brilhante. Outros, mostrando a não ser como eles e dando um exemplo de como não atuar na sala de aula. Acredite, esses foram os que mais prestei atenção, já que não quero ser com meus futuros alunos o que eles foram para mim.

Agradeço em especial à professora Patrícia Roque. Uma mulher incrível, excelente profissional e, além disso, humana. Foi a responsável por me mostrar a beleza da Química que até então eu não conseguia enxergar e por influenciar, mesmo sem saber, pela escolha do curso de Licenciatura em Química.

Agradeço também aos professores Aurino Júnior, João Batista, Valmiza Rodrigues e Higo Cavalcanti que me inspiraram, me marcaram positivamente e me ensinaram muito do que sei, mas, principalmente, por exigirem dedicação e responsabilidade. Obrigada por serem os verdadeiros exemplos do que quero seguir.

Agradeço ao meu namorado Edson Pordeus, uma pessoa na qual tenho uma enorme admiração e amor, que tolerou a minha ausência durante a construção deste trabalho, mas que, mesmo assim, me incentivou durante todo o processo.

Agradeço ao meu grande amigo Edvan Alves, por me aturar mesmo antes da faculdade. Ele sim tem uma paciência infinita, porque conseguir ser meu amigo não é uma tarefa fácil, e disso ele sabe muito bem, mas nunca reclamou de nada.

Agradeço aos meus outros colegas de curso, pois de todas as formas, fizeram parte da minha história de vida e, com certeza, serão inesquecíveis. Aos meus colegas de trabalho que partilharam vivências incríveis comigo e proporcionaram experiências que irei levar para a vida.

Agradeço até as pessoas que me prejudicaram de alguma forma, magoaram ou me desejaram coisas ruins. Eles me fizeram parar para pensar sobre os meus atos e a crescer como pessoa.

Agradeço aos técnicos administrativos do Instituto Federal - Campus Sousa, mas, principalmente, a Samuel Bitu, nosso técnico de laboratório. Ele sempre foi uma pessoa extremamente humilde, disposto a nos ajudar em tudo com um sorriso na cara.

Agradeço ao professor Ranniery Santos por auxiliar no desenvolvimento da metodologia deste trabalho.

Por fim, agradeço ao professor Anderson Simões por ter sido uma das melhores pessoas que tive o prazer de conhecer durante minha passagem no IFPB. Obrigada por todo o conhecimento compartilhado e por ter aceitado ser meu orientador neste trabalho. Tenho certeza que pessoas como ele são regadas de satisfação em tudo o que faz.

Peço desculpa aos que, por ventura, esqueci de mencionar. Saibam que todos que me conhecem foram partes fundamentais nesse processo de formação acadêmica, profissional e pessoal.

A todos o meu MUITO OBRIGADA!

*Me movo como educador, porque, primeiro, me movo como gente.*

*Paulo Freire*

## RESUMO

O ensino de química passou por grandes desafios até ser efetivado no mundo e, principalmente, no Brasil. Hoje, esse ensino é um dos responsáveis por transformar os alunos em cidadãos críticos, capazes de levantar hipóteses e solucionar problemas presentes em seu dia a dia. No entanto, muitos desses alunos ainda não conseguem associar os conhecimentos adquiridos através do ensino dessa ciência com o seu cotidiano, o que proporciona para que os mesmos não gostem de estudá-la e se desmotivem. Além disso, o ensino tradicionalista contribui para esta desmotivação, já que este método ainda se faz presente, levando muitos professores a buscarem novas metodologias a fim de despertarem a curiosidade dos alunos, bem como a sua motivação. Uma dessas formas é o uso de modelos, utilizados durante as aulas de química para auxiliar no ensino de conteúdos abstratos. Assim, surgiu a necessidade de investigar as contribuições que tal método é capaz de proporcionar para o ensino do conteúdo sobre Ligações Químicas Sigma e Pi, caracterizando o principal objeto deste trabalho. O mesmo foi desenvolvido através da construção de modelos concretos para a representação de tal conteúdo pelos alunos da 3ª série do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus Sousa. Após a análise dos dados obtidos através do questionário utilizado, foi possível perceber que a construção dos modelos proporcionou a alguns alunos a construção de conceitos mais adequados e que se aproximavam dos aceitos cientificamente, embora, para outros, essa mudança não tenha ocorrido significativamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química. Modelos Concretos. Ligações Sigma e Pi.

## ABSTRACT

Chemistry teaching has faced great challenges until it established itself in the world and especially in Brazil. Today, it is responsible for making students become critical citizens, capable of raising hypotheses and solving problems of their daily lives. However, many of these students still cannot associate the knowledge acquired through this science to their daily lives, which results in demotivation. Besides, traditional teaching is still present and it contributes to this demotivation, so it makes teachers look for new methodologies that aim to arise student's curiosity and motivation. One way is the use of models in Chemistry class that helps teaching abstract contents. So, it was necessary to investigate this method's contribution to teach Sigma and Pi Chemical Bonding, which are the main objects of this research. Concrete models were built by the 3rd grade high school students of IFPB Campus Sousa to represent these contents. After analyzing the data obtained through the questionnaire used, it was possible to see that the construction of models provided students more adequate concepts that approached those accepted scientifically, although for others this change did not occur significantly.

**KEYWORDS:** Chemistry Teaching. Concrete Models. Sigma and Pi Chemical Bonding.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Primeiro momento: confecção dos modelos para representar as ligações sigma e pi das moléculas propostas .....	31
<b>Figura 2</b> - Segundo momento: ajustes e pintura dos modelos para representar as ligações sigma e pi das moléculas propostas .....	32
<b>Figura 3</b> - Os modelos A, C e E representam a molécula de N <sub>2</sub> , os B e F representam a molécula de HCl e o D representa a molécula de O <sub>2</sub> .....	33

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>CTS</b>	Ciência, Tecnologia e Sociedade
<b>EJA</b>	Educação de Jovens e Adultos
<b>F<sub>2</sub></b>	Flúor
<b>FFCL</b>	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
<b>HCl</b>	Ácido Clorídrico
<b>IFPB</b>	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
<b>N<sub>2</sub></b>	Nitrogênio
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigênio
<b>PCN+</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais Mais
<b>SBQ</b>	Sociedade Brasileira de Química
<b>TA</b>	Termo de Assentimento
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TLV</b>	Teoria de Ligação de Valência
<b>TOM</b>	Teoria do Orbital Molecular

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
3.1 O ENSINO DE QUÍMICA .....	16
3.1.1 Um breve histórico do ensino de Química no Brasil .....	16
3.1.2 A importância do ensino de química para a formação cidadã .....	18
3.1.3 A educação libertadora e o aluno como sujeito ativo na construção do conhecimento.....	21
3.2 O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA .....	22
3.2.1 O uso e construção de modelos como ferramenta auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem de química .....	22
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
4.1 Tipo de pesquisa .....	25
4.2 Local da pesquisa .....	25
4.3 População e amostra .....	26
4.4 Análise dos dados coletados.....	26
4.5 Material utilizado e construção dos modelos .....	27
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>28</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO I – QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE A - O USO DO MODELO CONCRETO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA PARA A REPRESENTAÇÃO DAS LIGAÇÕES SIGMA E PI .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é comum deparar-se com alunos que não conseguem perceber a relevância do estudo das ciências naturais, especialmente a química, visto que os conhecimentos adquiridos nessa disciplina, para muitos, não serão utilizados em sua futura profissão. Esse questionamento nem sempre é respondido pelos professores, pois às vezes, os mesmos nunca pararam para pensar a respeito, a fim de buscar uma resposta (CARDOSO; COLINVAUX, 2000). Todavia, a importância desses conhecimentos é explicitada por vários autores e pesquisadores da educação (SCHNETZLER, 2004; PONTES et al., 2008; SANTOS et al., 2010; ALIANE; COSTA, 2013; SILVA, 2013; MENDES et al., 2015).

O principal intuito da educação é formar cidadãos capazes de pensar criticamente e exercer a sua cidadania no meio em que estão inseridos. O ensino de química auxilia nessa formação, pois possibilita aos alunos uma compreensão dos processos químicos e físicos que ocorrem no mundo de modo a levá-los a questionar tais situações e através de ideias fundamentadas, tomar decisões enquanto seres com senso crítico (SILVA, 2013). No entanto, este ensino ainda está vinculado ao método tradicional no qual o conhecimento do professor é considerado pronto e acabado e apenas repassado ao aluno, o que proporciona a uma grande maioria, um desânimo no estudo dessa ciência.

Como se sabe, o adulto, na concepção tradicional, é considerado como um homem acabado, “pronto” e o aluno um “adulto em miniatura”, que precisa ser atualizado. O ensino, em todas as suas formas, nessa abordagem será centrado no professor [...]. O aluno apenas executa prescrições que lhe são fixadas por autoridades exteriores (MIZUKAMI, 1986, p. 8).

As principais dificuldades de aprendizagem relatadas pelos alunos, justificam-se basicamente em a química ser uma ciência abstrata e que, por muitas vezes, é trabalhada de forma dissociada da realidade e descontextualizada, o que favorece a esses alunos não conseguirem reconhecer a importância ou o significado do que é estudado. Além disso, os professores encontram vários obstáculos ao tentar associar os conceitos científicos com a rotina dos alunos, acarretando em uma disciplina cujo ensino é baseado somente na transmissão do conhecimento e na memorização de equações e conceitos (PONTES et al., 2008).

Para amenizar as incompreensões dos fenômenos presentes no dia a dia e tentar diminuir o alto grau de abstração ao qual a química pertence, os cientistas recorrem a elaboração e uso de modelos. Os modelos têm ganhado espaço não só no mundo científico, mas também em sala de aula, de modo a permitir, mesmo de forma parcial, a explicação desses fenômenos e oportunizar a representação tangível de conceitos que antes estavam além do que os sentidos humanos são capazes de compreender (FERREIRA; JUSTI, 2008).

Embora apresentem limitações, os modelos são bem vistos na literatura, uma vez que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem. Harrison e Treagust (2000) enfatizam sua importância e caracteriza-os como uma das melhores ferramentas para o desenvolvimento cognitivo. Enquanto isso, Justi (2006) considera-os meios de se adquirir conhecimento, já que os mesmos podem ser construídos pelos alunos ou apenas trabalhados por eles. Dessa forma, a construção do modelo, conhecido como modelagem, ou a utilização do modelo já pronto pode colaborar para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico, como também auxiliar no entendimento do que ele quer representar.

O uso de modelos também é mencionado nos Parâmetros Curriculares Nacionais Mais (PCN+), onde é exposto a evolução e a importância dos modelos explicativos para o desenvolvimento do conhecimento científico em química.

Historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados (BRASIL, 2002, p. 87).

Salientando as contribuições do uso de modelos no ensino de química e a sua importância, surgiu a necessidade de conhecer as contribuições que os mesmos proporcionam no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas Sigma ( $\sigma$ ) e Pi ( $\pi$ ) com alunos da 3ª série do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus Sousa.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Conhecer as contribuições do uso de modelos concretos construídos com materiais alternativos para o ensino de Ligações Químicas Sigma ( $\sigma$ ) e Pi ( $\pi$ ) com alunos da 3ª série do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus Sousa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar se os alunos já trabalharam com modelos concretos como uma ferramenta auxiliadora da aprendizagem durante as aulas de química;
- Auxiliar os alunos na construção de modelos concretos com base nos conhecimentos adquiridos durante as aulas sobre ligações  $\sigma$  e  $\pi$ ;
- Verificar se os alunos conseguiram compreender o conceito de ligações  $\sigma$  e  $\pi$  a partir da construção dos modelos concretos feitos em sala de aula.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 O ENSINO DE QUÍMICA

##### 3.1.1 Um breve histórico do ensino de Química no Brasil

A educação no Brasil teve origem no período colonial, em 1549, com a chegada dos jesuítas que vieram para catequizar os índios. Entretanto, para que a catequização pudesse ocorrer, os índios precisavam aprender a língua portuguesa e, a partir disso, ler os ensinamentos retratados na Bíblia proporcionando a prática do catolicismo. Muitos jesuítas, além de ensinarem aos índios, educavam também os filhos dos senhores de engenhos (SHIGUNOV NETO; MACIEL, 2008).

Com o intuito de oferecer essa educação, os jesuítas fundaram as primeiras escolas. Até 1771, não há relatos do ensino de química no Brasil, enquanto que, na Europa, o mesmo já conquistava seu espaço (LIMA, 2013). Em 1772, foi criada a Academia Científica no Rio de Janeiro, destinada ao estudo das ciências na qual havia uma seção dedicada à Química. A partir de então, vários brasileiros ganharam destaque por seus estudos relacionados à essa ciência, como Vicente Coelho de Seabra Silva Telles escritor do primeiro livro em português sobre química, intitulado de *Elementos de Química* (OLIVEIRA; CARVALHO, 2006).

Depois da vinda de D. João VI junto com a corte portuguesa para o Rio de Janeiro, em 1808, as aulas de química começaram a ser ministradas na Academia Real Militar nos cursos de engenharia, em 1811 (ALMEIDA; PINTO, 2011). Um ano depois, foi criado o primeiro laboratório de química no Brasil o que marca os primeiros passos da química como uma ciência experimental neste país. O Laboratório Químico-Prático do Rio de Janeiro tinha por finalidade o desenvolvimento de pesquisas comerciais, no entanto, manteve-se em funcionamento até dezembro de 1819, quando foi fechado (SANTOS, 2004). Há relatos de que em 1862 o Ensino Secundário de Química começou a ser efetivado no Brasil (GIKOVATE, 1937, apud SCHNETZLER, 2010), todavia, era associado ao ensino de Física (SCHNETZLER, 2010).

No século XX, vários outros fatos marcaram a história do ensino de química, como o surgimento dos primeiros cursos voltados para essa disciplina em 1910, a criação da Escola Superior de Química, conhecida como Escola Oswaldo Cruz, em 1915 (SANTOS; PINTO; ALENCASTRO, 2006), bem como a criação do Instituto de Química, em 1918. Em 1925, a disciplina de química começou a ser ministrada isolada da disciplina de Física nos últimos anos do ensino secundário, atual Ensino Médio, mas com um número de aulas muito reduzido

(SCHNETZLER, 2010). Já na década de 30, surge o primeiro curso superior de formação de professores de química, oferecido pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) em São Paulo (MESQUITA; SOARES, 2011).

Fundada, fechada e reaberta em 1977, a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) faz-se importante na história do ensino de química no Brasil, já que a sua criação trouxe grandes contribuições para a ampliação das pesquisas e o ensino dessa ciência natural (BECHARA; VIERTLER, 1997). Desde então, tanto a pesquisa quanto outros eixos da química têm ganhado espaço a fim de melhorar o ensino e possibilitar a formação do aluno como um cidadão.

Dentro desses eixos, a experimentação também vem conquistando destaque no ambiente escolar tanto na sala de aula quanto no laboratório, de modo a proporcionar uma aprendizagem científica no ensino de química. As atividades experimentais “desempenham um papel fundamental, pois possibilitam aos alunos uma aproximação do trabalho científico e melhor compreensão dos processos das ciências” (ROSITO, 2008, p. 196-197).

De acordo com Rosito (2008), esse tipo de atividade proporciona uma interação entre aluno e professor, permitindo um planejamento em conjunto e o uso de estratégias que contribuam para a compreensão do que está sendo ensinado, sendo importante que essa metodologia não esteja dissociada das aulas teóricas e das discussões feitas em grupo, pois tudo o que é exposto em laboratório deve se apresentar ligado a um complemento teórico.

No entanto, ainda hoje, encontrar instituições de ensino que disponibilizem laboratórios equipados com o material necessário para desenvolver essa metodologia é um grande desafio, limitando a efetivação da aula. Além disso, os gastos para manutenção dos materiais e reagentes utilizados podem dificultar ainda mais a realização dos experimentos.

A falta de laboratórios equipados e, em muitos casos, de espaço físico apropriado, acaba por limitar a possibilidade de realização de aulas experimentais em grande parte das instituições de ensino do País. Outro fator determinante são os recursos financeiros, já que materiais e reagentes representam um gasto significativo (COSTA et al., 2005, p. 31).

Para suprir a falta de equipamentos e recursos caros nos laboratórios, materiais são adaptados e utilizados para a mesma função dos fabricados industrialmente, dessa forma, possibilitando o desenvolvimento de experimentos. Essa concepção é confirmada por Costa e colaboradores (2005, p. 31) quando relata que “o emprego de materiais usuais pode minimizar os custos relacionados à aplicação de determinada atividade, ampliando a possibilidade de aplicação desta aula em um maior número de escolas”.

Além disso, é necessário que a experimentação para o ensino de química esteja associada ao cotidiano do aluno, permitindo a compreensão das transformações químicas presentes no mundo físico, de modo a possibilitar um julgamento das informações apresentadas

pela mídia ou por meio de tradições culturais. Neste sentido, o ensino de química deve estar relacionado com o desenvolvimento do aluno como um indivíduo capaz de gerar pensamentos autônomos e críticos frente a circunstâncias de seu dia a dia, bem como construir um conhecimento científico e suas aplicações tecnológicas, políticas, econômicas, sociais e ambientais (DIAS; GUIMARÃES; MERÇON, 2003).

Um outro fator relevante para a ampliação do ensino de química no Brasil é o movimento de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). As perspectivas desse movimento têm se estendido na sociedade e ganhado cada vez mais discípulos no âmbito educacional.

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as conseqüências sociais e ambientais que poderá causar (PINHEIRO, 2005, p. 29).

Conforme Pinheiro (2005), o movimento CTS foi incorporado nos currículos brasileiros nas últimas décadas do século XX e trouxe como foco a necessidade de o cidadão conhecer seus direitos e obrigações, de ter um pensamento crítico da sociedade e do próprio pensamento, principalmente, quando se tratava de transformar o contexto social em algo melhor. Esse movimento não surgiu no ambiente educacional, no entanto, suas reflexões nessa área aumentou significativamente nos últimos anos, pois a escola é considerado o local favorável para que as mudanças possam ter início.

No ensino médio, no qual a disciplina de química é ministrada, o principal objetivo da educação numa perspectiva baseada no movimento CTS é desenvolver um ensino capaz de proporcionar aos cidadãos uma alfabetização científica e tecnológica, cujo princípios sejam a construção de competências e habilidades necessárias para que os mesmos tomem decisões responsáveis sobre questões relacionadas à ciência e tecnologia na sociedade, podendo atuar na resolução de tais questões (SANTOS; MORTIMER, 2000), ou seja, possibilitar a utilização dos conhecimentos adquiridos com os avanços da ciência para melhorar a tecnologia utilizada a favor de uma sociedade.

### 3.1.2 A importância do ensino de Química para a formação cidadã

É inegável que o mundo, desde o final do século XX, passa por grandes transformações em decorrência do processo de globalização que atinge todas as classes e

proporciona a sociedade um acesso cada vez mais rápido às tecnologias. Tanto a ciência quanto a tecnologia fazem parte da vida social e são responsáveis pela atualização da comunidade seja por meio das informações ou através do conhecimento científico. É nessa visão que a escola possibilita ao indivíduo uma concatenação dos conhecimentos adquiridos e oportuniza a formação da cidadania (SOARES; MENDES SOBRINHO, 2010).

Contribuir para a formação do cidadão na atual contemporaneidade, no entanto, é um grande desafio. Entretanto, é inquestionável que a educação é o principal instrumento e, certamente, o mais importante para a formação de um sujeito capaz de perceber, criticar e colaborar para o progresso da organização do mundo que o cerca. Confirmam isso, Santos e Schnetzler (1996, p. 28), ao relatarem em uma de suas obras que

a educação para a cidadania é função primordial da educação básica nacional, conforme dispõe a Constituição Brasileira e a legislação de ensino. Além disso, tal função tem sido defendida pelos educadores para o ensino médio, o qual inclui o ensino de química.

Além disso, é na escola que esse sujeito desenvolverá a capacidade de argumentar, confrontar e elaborar hipóteses que o ajudarão a compreender os fenômenos presentes em seu dia a dia (BALICA et al., 2016, p. 2).

É na escola que o indivíduo deve tomar consciência do seu verdadeiro papel no mundo, e conseqüentemente, da maneira de como se portar na tomada de decisões que podem afetá-lo diretamente. Formar um indivíduo com a capacidade de criticar e contribuir para o desenvolvimento de valores indispensáveis na organização e sustentabilidade de nosso planeta é, acima de tudo, o maior avanço que se pode fazer na busca de um mundo melhor.

Embora as dificuldades estejam presentes neste processo de construção cidadã, a prática docente no ensino de química é responsável por conscientizar o ser humano. Isso deve-se ao fato de os conhecimentos químicos possibilitarem a participação e a tomada de decisões frente a uma sociedade crítica.

Considerando que cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade, torna-se evidente que, para o cidadão efetivar a sua participação comunitária, é necessário que ele disponha de informações que estão diretamente vinculados aos problemas sociais que afetam o cidadão, os quais exigem um posicionamento quanto ao encaminhamento de suas soluções. Na sociedade atual essas informações incluem necessariamente o conhecimento químico. [...] Essa dependência vai desde a utilização diária de produtos químicos até às inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tais tecnologias (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 46-47).

De acordo com Chassot (1993, apud SANTOS et al., 2013, p. 1),

é importante estudar Química para possibilitar o desenvolvimento de uma visão crítica de mundo, podendo analisar, compreender, e principalmente utilizar o conhecimento construído em sala de aula para a resolução de problemas sociais, atuais e relevantes para sociedade.

Para os autores Santos e Schnetzler (2010), é necessário que os cidadãos conheçam e saibam como utilizar as substâncias presentes no seu cotidiano, além de conseguirem se

posicionar criticamente em relação as implicações ambientais do uso da Química. Dessa forma, assegurando que os mesmos consigam participar como cidadãos em uma sociedade. No entanto, isso implica em um ensino de química contextualizado com foco na preparação para o exercício da cidadania.

É imprescindível que as aulas de química abordem os acontecimentos históricos de forma a contribuir para a transformação dos paradigmas estabelecidos na sociedade, expor e analisar os conceitos científicos sem considerá-los verdades absolutas, mas em processo de estudo e aprimoramento. Ademais, associar essa ciência aos contextos sociais e tecnológicos, possibilitando uma significação para muitos alunos e auxiliando na resolução de problemas (DEL PINO; FRISON, 2011).

Os temas trabalhados em química têm o poder de desenvolver no aluno o pensamento crítico para que decisões possam ser tomadas em diversas situações. Para tanto, esses temas devem estar vinculados ao contexto social no qual o aluno faz parte para que, a partir disso, o mesmo possa entender o papel da química e da ciência na sociedade.

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, condição essa enfatizada pelos educadores como sendo essencial para o ensino em estudo. Além disso, os temas químicos permitem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 30).

Santos e Schnetzler (2003, apud SANTOS et al., 2008) sugerem que esses temas químicos viabilizam ao professor a contextualização dos conteúdos desenvolvidos em química com o ambiente vivenciado pelos alunos, prosperando as habilidades fundamentais ao exercício da cidadania, enriquecendo o pensamento crítico para a leitura das manifestações químicas que envolvem, sem desvios, o processamento científico e tecnológico do corpo social.

No entanto, poucas pessoas sabem da relevância e das contribuições que as descobertas químicas trazem para a melhoria do bem-estar e da qualidade de vida humana, bem como não reconhecem que tudo o que acontece no cotidiano possui uma grande relação com as transformações que tal ciência descreve.

Atualmente a química é a chave para a maior parte das grandes preocupações das quais depende o futuro da humanidade, sejam elas: energia, poluição, recursos naturais, saúde ou população. De fato, a química tornou-se um dos componentes do destino do gênero humano. Entretanto, quantas pessoas, entre o público em geral, sabem um pouco que seja a respeito da relevância da química para o bem estar humano? Infelizmente, muito poucas, conforme parece [...] Certamente, é essencial que se faça com que cada cidadão ao menos tome consciência de alguma das enormes contribuições da química à vida moderna. Deveria ser fascinante perceber que todos os processos da vida, do nascimento à morte, estão intimamente associados às transformações químicas. A qualidade de vida que desfrutamos depende em larga escala dos benefícios advindos de descobertas químicas, e nós, como cidadãos, somos

continuamente requisitados para tomar decisões em assuntos relacionados com a química. Não devemos, entretanto, ignorar os aspectos negativos associados a progressos baseados na química, pois fazê-lo seria fechar os olhos à realidade (NEWBOLD, 1987, p. 156, apud STANGE; SILVEIRA; STIIRMER, 2011).

### 3.1.3 A educação libertadora e o aluno como sujeito ativo na construção do conhecimento

O professor tem um papel imprescindível em sala de aula e deve, além de ser educador e transmissor do conhecimento, atuar como mediador, ou seja, deve servir como ponte entre o conhecimento e o aluno, ajudando-o, dessa forma, a aprender a questionar e a pensar por si próprio, não sendo passivo em relação as informações que são fornecidas. Os alunos não devem ser caixas de acúmulo de informações, pelo contrário, o professor deve, através de suas orientações, intervenções e mediações, provocar e instigar nos alunos o pensamento crítico e a capacidade de colocarem-se como sujeitos ativos na construção de seus próprios conceitos (BULGRAEN, 2010).

No entanto, o aluno como sujeito ativo não terá que redefinir os conceitos empregados pela ciência, mas conseguir aprendê-los corretamente, julgando-os com base no seu pensamento crítico e não aceitando-os de imediato.

É importante registrar que o sujeito não vai refazer o caminho da ciência, “re-descobrir”, “re-inventar” os conteúdos dos saberes, mas apreendê-los da maneira correta e adequada que pode ser entendida como uma “re-construção” do conhecimento, de modo que ele venha a constituir parte de si próprio e não como algo justaposto, aceito sem apreensão (WERNECK, 2006, p. 180).

Reforça isso Rego (1999, p. 98), ao dizer que o sujeito autor do seu conhecimento não é um simples receptor, mas um atuante na construção do conhecimento, tornando-se ativo em relação ao mundo.

O sujeito produtor de conhecimento não é um mero receptáculo que absorve e contempla o real nem o portador de verdades oriundas de um plano ideal; pelo contrário, é um sujeito ativo que em sua relação com o mundo, com seu objeto de estudo, reconstrói (no seu pensamento) este mundo. O conhecimento envolve sempre um fazer, um atuar do homem.

Além disso, o aluno “precisa, portanto, se dispor a refletir sobre os temas propostos indo além de seu conhecimento não-formal, ou seja, buscando no material didático, e outras fontes de pesquisa, subsídios para elaborar dúvidas, argumentos ou exemplos” (TAVARES; SÉRVIO, 2008, p. 7), ou seja, o mesmo deve possuir a capacidade de reflexão e a atitude de buscar novas fontes para aperfeiçoar seu conhecimento.

Para Freire (1967), essa realidade não era vista, pois os homens eram considerados oprimidos, passivos e direcionados, comandados por uma minoria que buscava massificar e impor suas concepções ideológicas, além de negar a maioria da sociedade o direito à educação, privando-a da liberdade e prendendo-a ao analfabetismo.

Uma das grandes, se não a maior, tragédia do homem moderno, está em que é hoje dominado pela força dos mitos e comandado pela publicidade organizada, ideológica ou não, e por isso vem renunciando cada vez, sem o saber, à sua capacidade de decidir. Vem sendo expulso da órbita das decisões. As tarefas de seu tempo não são captadas pelo homem simples, mas a ele apresentadas por uma “elite” que as interpreta e lhas entrega em forma de receita, de prescrição a ser seguida. E, quando julga que se salva seguindo as prescrições, afoga-se no anonimato nivelador da massificação, sem esperança e sem fé, domesticado e acomodado: já não é sujeito. Rebaixa-se a puro objeto. Coisifica-se. (FREIRE, 1967, p. 43).

A educação libertadora foi a responsável pela modificação dessa inquietante realidade. Essa educação, proposta por Paulo Freire, serviu de significativo instrumento de independência do homem diante de uma sociedade opressora, já que demonstrou grande preocupação diante de tal realidade vivenciada pelo aluno, apresentando intervenções práticas no espaço educacional de forma transformadora e dinâmica, além de sempre levar em consideração, a realidade peculiar do mesmo (FREIRE, 1967).

Em conformidade com essa ideia, Schram e Carvalho (2018) afirmam que Paulo Freire apresentou-se como o educador que se preocupou com a educação brasileira ao pensar no homem, na sociedade e nas suas relações, bem como em estratégias para torná-la melhor, mediante o compromisso e a atuação de todos, e buscando uma educação libertadora responsável por possibilitar que o aluno torne-se o principal sujeito no seu próprio desenvolvimento frente as orientações fornecidas pelo professor.

## 3.2 O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA

### 3.2.1 O uso e construção de modelos como ferramenta auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem de química

A química é notada como uma disciplina complexa e ainda tem causado entre os alunos uma sensação de desânimo em relação as dificuldades de aprendizagem bastante presentes no processo de aquisição dos conhecimentos. No entanto, este ensino ainda é trabalhado de forma tradicionalista, descontextualizado e sem conexão com outras disciplinas, provocando nos alunos desmotivação e desinteresse pelo estudo de tal ciência, bem como dificultando excepcionalmente na aprendizagem e no reconhecimento da presença dos conteúdos no cotidiano (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

Pesquisas têm mostrado que o ensino de Química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar Química. Não sendo observadas as limitações na forma como os conteúdos de Química estão sendo compreendidos pelos alunos. Essas limitações estão relacionadas com as dificuldades de abstração de conceitos,

elaboração e compreensão de modelos científicos e o surgimento de concepções alternativas (SANTOS et al., 2013, p. 1).

Além da complexidade, a química exige do aluno um nível elevado de interpretação, imaginação e criatividade, já que muitos dos seus conteúdos apresentam conceitos abstratos e que estão totalmente distantes da realidade macroscópica, proporcionando, mais uma vez, para a desmotivação dos alunos quando estudam essa ciência. Daí surge a necessidade de utilização de métodos alternativos visando auxiliar na visualização dessa abstração e construção do conhecimento científico.

As dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de Química perpassam, geralmente, o aspecto abstrato dessa ciência. Lidar com aspectos intangíveis aos nossos sentidos proporciona uma sensação de inépcia e vulnerabilidade do que é possível apreender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos [...] A compreensão desses fenômenos exige não apenas a repetição ou a aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados, mas, mais do que isso, a elaboração de hipóteses e investigações, associadas à criatividade, à lógica e, é claro, aos conhecimentos anteriores, o que vem a culminar em algo que sacia, mesmo que parcialmente, nosso desejo de compreender o mundo: os modelos (FERREIRA; JUSTI, 2008).

Os modelos são empregados como uma ferramenta a fim de auxiliar nessa visualização e são definidos por Gilbert, Boulter e Elmer (2000, apud JUSTI, 2010, p. 211) como uma “representação parcial de uma entidade, elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado”. Prins (2010) atesta os modelos como uma conexão entre o conceito abstrato e a realidade, um conjunto de representações que possibilitam previsões e explicações de um objeto, evento ou ideia. Os mesmos são considerados pelos cientistas as principais ferramentas para a construção do conhecimento científico, todavia, não são cópias fiéis da realidade e possuem limitações que podem ser trabalhadas e modificadas, caracterizando-os desta vez como mutáveis (JUSTI, 2010).

De acordo com Santos e Melo (2012, p. 4), um modelo é construído pelo ser humano com o intuito de auxiliar os alunos a adquirirem conceitos mais adequados e que estejam de acordo com o que é exposto cientificamente.

Modelo é uma construção humana que tem por intenção tentar explicar um fenômeno microscópico, através da utilização de analogias e abstrações que poderão levar o aluno a abandonar suas concepções alternativas por definições mais coerentes do ponto de vista científico.

Para Lima, Souza e Silva (2012), a importância dos modelos para o processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento científico na Educação Básica é um tema bastante trabalhado na literatura brasileira, visto que a compreensão da ciência e dos fenômenos naturais são auxiliados por essas representações. Segundo as autoras, os modelos possuem o propósito de ajudar na interpretação dos fenômenos químicos, possibilitar a previsão comportamental de sistemas químicos e estabelecer uma conexão entre dados obtidos experimentalmente e através de cálculos teóricos.

Os modelos são apontados por Harrison e Treagust (2000) como essenciais para o ensino de ciências e no auxílio do pensamento e trabalho científico. Além do mais, os autores os consideram as melhores ferramentas de ensino-aprendizagem, auxiliando no processo de construção do saber científico. Assim, os modelos tornam-se indissociáveis da ciência e são vistos como os produtos da mesma, mas que possuem potencialidades e limitações e, muitas vezes, não são apresentados nos livros didáticos e nem abordados pelos professores na sala de aula.

O uso de modelos, conforme Clement (2000), ajuda a viabilizar a compreensão que os alunos possuem e vai além da conservação de equações, procedimentos e fatos. Esses métodos, quando utilizados na educação, auxiliam na promoção de um ensino no qual a ciência apresenta um sentido para os estudantes, não sendo usada apenas para explicações satisfatórias, mas efetuando uma forma de pensamento flexível que pode ser empregado e transferido para situações e problemas diversificados.

Quando, ao invés de utilizar o modelo pronto, parte para sua construção no ambiente escolar, definida como modelagem (SANTOS, 2002), consegue-se abordar as particularidades e práticas científicas que estão além dos hábitos diários dos alunos e proporcionam a estes um ato diferenciado, o de praticar a ciência. Sousa e Justi (2011) apontam que essa prática permite aos alunos reconhecerem a importância do uso de modelos como uma ferramenta na prática científica e sua relação no desenvolvimento de teorias.

O uso da modelagem, ou seja, a construção e/ou reformulação e ratificação dos modelos em sala de aula, pode favorecer um processo de ensino-aprendizagem significativo no qual o aluno desenvolve uma compreensão mais coerente e crítica, aceita de acordo com o mundo científico. De outra forma, estas atividades viabilizam ao aluno entender como é gerado o conhecimento científico de acordo com o feitiço do ensino de ciências (COSTA, JUSTI e MOZZER, 2011), mais precisamente, a química.

Como um dos principais intuítos da química é preparar os alunos com conhecimentos necessários para a compreensão do mundo e/ou da ciência e tecnologia, a utilização da modelagem acaba por beneficiá-los no entendimento epistemológico dos modelos e da própria modelagem, o que servirá de suporte quando a necessidade de tais ferramentas tornarem-se presentes no seu meio (PRINS, 2010).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa consistiu em uma investigação com abordagem qualitativa, que foi desenvolvida através dos dados coletados pelo questionário contendo 3 (três) perguntas subjetivas (ANEXO I) e pelo processo de construção dos modelos vivenciado em sala de aula. O questionário foi aplicado antes e depois a construção dos modelos concretos sobre Ligações Químicas  $\sigma$  e  $\pi$ , visando comparar as respostas fornecidas pelos alunos, assim, permitindo observar as contribuições que essa abordagem trouxe para a aprendizagem do conteúdo.

A pesquisa qualitativa é direcionada e se faz através do contato entre o pesquisador e o objeto de estudo, buscando compreender os fenômenos, para a partir disso, interpretá-los (NEVES, 1996). Vale salientar que as pesquisas qualitativas se “fundamentam numa perspectiva que concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, enquanto atuam na realidade, transformando-a e sendo por ela transformados” (ANDRÉ, 2013, p. 97).

A pesquisa foi realizada em 6 aulas, divididas em dois momentos. No primeiro momento, foi aplicado o questionário a fim de explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo. Posteriormente, foi realizada uma aula, utilizando o Datashow e o quadro branco, sobre o que eram modelos, o que eram ligações químicas e quais as diferenças entre as ligações químicas sigma e pi, de modo a auxiliá-los na construção e no entendimento dos modelos concretos propostos.

O segundo momento foi constituído pelos ajustes e acabamento dos modelos concretos. Por fim, foi entregue novamente o mesmo questionário aos alunos com o intuito de verificar qual foi a contribuição que a construção de tal representação proporcionou para o entendimento do conteúdo abordado. É importante mencionar que os questionários não apresentavam espaço de identificação do aluno, por isso que a análise e comparação dos mesmos antes e depois foi realizada de modo geral. Além disso, foi considerado a participação e opinião dos alunos durante a confecção dos modelos concretos.

### 4.2 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) no campus Sousa, cidade localizada no sertão da Paraíba. A instituição oferece

o ensino técnico integrado ao ensino médio, bem como a Educação de Jovens e Adultos (EJA), nas áreas de Agropecuária, Agroindústria, Informática e Meio Ambiente e cursos superiores de Licenciatura em Química, Educação Física, Letras, Tecnologia em Alimentos, Agroecologia e Medicina Veterinária.

O instituto apresenta grande destaque na região, pois além de oferecer vários cursos, abrange um número significativo de alunos numa faixa etária bastante variada.

#### 4.3 População e amostra

No primeiro momento, 11 alunos da 3ª série do ensino médio do IFPB do curso de agroindústria participaram da pesquisa. Foi explicado os direitos que eles teriam ao participarem da pesquisa e entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para alunos com idade inferior à 18 anos e o Termo de Assentimento (TA) para alunos maiores de 18 anos. No entanto, apenas 9 destes participaram dos dois momentos e entregaram o documento autorizando a sua participação e a utilização dos dados obtidos. Portanto, vale salientar que, somente 9 questionários foram analisados para a elaboração dos resultados deste trabalho.

#### 4.4 Análise dos dados coletados

De acordo com as perguntas e respostas subjetivas presentes nos questionários aplicados antes e depois da construção dos modelos, os questionários foram organizados e analisados em uma ordem de respostas que não se assimilavam ao objetivo das perguntas, as que chegavam próximo ao desejado e os que utilizavam conceitos corretos. Dessa forma, foi possível fazer a comparação dos dados obtidos, buscando identificar qual foi a contribuição que essa ferramenta trouxe para o entendimento do conteúdo.

O questionário é definido por Gil (1999, p. 121) como um “conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores [...]”. Ainda segundo o autor supracitado, este método apresenta vantagens tais como possibilitar o alcance de um número maior de pessoas, já que o mesmo pode ser enviado pelo correio, não apresentar muitos gastos, além de garantir o anonimato de quem o responde e permitir que os envolvidos respondam no momento que acharem conveniente sem que haja influência da opinião dos pesquisadores.

#### 4.5 Material utilizado e construção dos modelos

As moléculas propostas para a modelagem foram as de ácido clorídrico (HCl), oxigênio (O<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>) e flúor (F<sub>2</sub>). Os modelos foram construídos utilizando-se materiais de baixo custo, como pasta de porcelana fria da qual foram feitos os orbitais dos átomos de cada molécula, fios de alumínio para representar as ligações sigma e pi, palitos de madeira para encaixar os orbitais uns nos outros de modo a formar os átomos, miçangas para representar os elétrons e tinta para tecido nas cores laranja, azul e verde, que foram usadas para colorir os orbitais e diferenciar as ligações.

Os três grupos, divididos em dois grupos de 4 e um de 3 alunos, puderam escolher quais moléculas iriam modelar, sendo que cada um deles construiu duas moléculas das propostas pelo pesquisador, além de confeccionarem a seu modo. O pesquisador interferiu apenas nos momentos em que os alunos demonstraram dúvidas em relação aos conceitos trabalhados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pela análise das respostas obtidas no questionário utilizado para verificar os conhecimentos prévios dos alunos, foi possível perceber que os mesmos sabiam muito pouco sobre o tema abordado, enquanto alguns estudantes afirmaram que nunca ouviram falar. Algumas perguntas não foram respondidas e outras não foram interpretadas corretamente, levando-os a responderem de maneira avessa ao desejado.

Na primeira pergunta do questionário, quando perguntados em relação à química, o que eles entendiam por modelo, alguns alunos utilizaram respostas que não condisseram com o intuito da pergunta ou não satisfizeram a mesma, e essa incompreensão pôde ser atribuída a falta de interpretação.

*Aluno 1: “O modelo atômico, as partes do átomo, a formação de moléculas e formação substâncias”.*

*Aluno 2: “Como algo há ser seguido, algo que usem para realizar outras experiências.”*

*Aluno 3: “Com relação a disciplina de Química, envolve, a química orgânica, que a turma este ano estuda, envolve cálculos estequiométricos, temperatura, gases e todos os elementos da natureza.”*

Solé (1998, p. 128, apud PAVANELLO; LOPES; ARAÚJO, 2011, p. 134) explica que a incompreensão é dada pela falta de conhecimento a respeito dos termos apresentados na pergunta.

As lacunas na compreensão podem ser atribuídas ao fato de [o aluno] não conhecer alguns dos elementos mencionados, ou ao fato de o significado atribuído pelo leitor não ser coerente com a interpretação do texto [...]. Quando os problemas situam-se em nível do texto em sua globalidade, as dificuldades mais comuns referem-se à impossibilidade de estabelecer o tema, de identificar o núcleo da mensagem que se pretende transmitir ou à incapacidade de entender por que sucedem determinados acontecimentos.

Outros utilizaram respostas que possuíam maior relação com a pergunta, mas de maneira superficial e sucinta, o que caracterizou uma limitação do conhecimento à respeito do conteúdo. De acordo com Maskill e Jesus (1997), essas concepções relativamente inadequadas são muito observadas em sala de aula.

*Aluno 4: “É o modelo atômico, as moléculas que cada composto possui.”*

*Aluno 5: “Um modelo atômico é uma forma de representar uma molécula.”*

*Aluno 6: “Modelo entende-se por algo que gera referência para os demais, para química, a referência de uma molécula.”*

*Aluno 7: “Um modelo representa uma molécula, seja ela qual for.”*

*Aluno 8: “Modelo é a forma de representar ligações químicas. Os desenhos e imagens que vemos na hora da aula são modelos.”*

*Aluno 9: “É uma representação visível a olho nú, que ao contrário do que seria visto com utilização de um microscópio, o ‘átomo por exemplo’.”*

Com base nessas respostas, notou-se que muitos alunos desconhecem, mesmo utilizando-os em sala de aula, o conceito de modelos e como eles são vistos na química, já que a maioria deles os limita como representação de uma molécula ou como um modelo atômico.

Na segunda pergunta do questionário, onde deveriam relatar o que eles entendiam por ligações químicas, a maioria dos alunos não conseguiram utilizar argumentos considerados corretos cientificamente, outros tentaram responder, mas com respostas que não satisfizeram ou acabaram fugindo do propósito da pergunta, o que não foi um grande espanto, pois muitos alunos não possuem uma compreensão adequada do conceito ligação química, bem como não representam de maneira apropriada as ligações entre as partículas, nem a organização das mesmas através da utilização consciente da linguagem simbólica (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

*Aluno 1: “São as ligações que vai identificar ou dar o nome.”*

*Aluno 2: “São ligações para interligar uma reação a outra.”*

*Aluno 3: “São ligações entre moléculas de algum átomo, pode haver vários tipos de ligações entre carbono e demais. Ex: ligação entre nitrogênio e sódio.”*

*Aluno 4: “São ligações que os compostos tem deixando mais reativos de acordo com a quantidade de ligações.”*

*Aluno 5: “Ligações químicas pra mim, é uma ligação iônica, ligações covalentes e as novas ligações a serem abordadas neste questionário, que pra mim é um assunto novo que eu já ouvi falar, mas nunca procurei ou demonstrei interesse sobre ligação Sigma e ligação Pi.*

Enquanto isso, poucos chegaram a uma resposta com maior conexão com o que foi perguntado, mas que mesmo assim, não foi satisfatória e que não abordava de fato o que era uma ligação química. Isso pode ser explicado por Fernandez e Marcondes (2006) que afirmam

que devido ao fato do conteúdo ser abstrato e distante do que é vivenciado no cotidiano dos alunos, os mesmos estão sujeitos a gerar concepções equivocadas.

*Aluno 6: “Um exemplo de ligações são as ligações feitas pelos compostos de carbono em uma molécula.”*

*Aluno 7: “Ligações químicas são ligações entre átomos se unindo para formar um molécula ou reação.”*

*Aluno 8: “Ligações químicas são ligações entre elementos químicos como carbono, hidrogênio e oxigênio. Existe ligações duplas e simples, etc. Dupla quando tem duas ligações e simples quando tem uma ligação.”*

*Aluno 9: “Ligações químicas é a união de compostos químicos como carbono, hidrogênio e etc, que são influenciados por uma força intermolecular.”*

Já na última pergunta, relacionada a diferença entre uma ligação sigma e ligação pi, dois alunos não responderam, outro argumentou que não tinha ideia de que tipo de ligações eram essas e, por sua vez, os demais alunos responderam utilizando respostas semelhantes. Ambos utilizaram argumentos de que a ligação sigma era mais forte e por isso era difícil de quebrá-la, enquanto que a pi era mais fraca e mais fácil de ser rompida.

*Aluno 4: “Entre a ligação sigma e a ligação pi é que a sigma rompe-se com mais dificuldade enquanto que a pi possui mais facilidade para romper-se.”*

*Aluno 5: “Ligação sigma é a que não se rompem fácil, enquanto que a pi se rompem facilmente.”*

*Aluno 6: “Sigma é a que é difícil de se romper, já a pi é a mais fácil de se romper.”*

*Aluno 7: “Acho que a diferença é que uma ligação é mais difícil de ser quebrada do que a outra.”*

*Aluno 8: “A ligação sigma é mais difícil de ser quebrada, já a ligação pi é mais fácil de ser quebrar.”*

*Aluno 9: “Ligações sigma são ligações forte enquanto que pi é fraca.”*

Os conceitos apresentados por eles limitaram-se em qual ligação era mais forte e qual seria quebrada facilmente, o que não estava incorreto, pois segundo Carey (2011) e Atkins (2012) a ligação sigma é mais forte que a ligação pi, sendo esta facilmente rompida.

Após a aplicação dos questionários foi realizada uma aula sobre o conteúdo abordado. Posteriormente, foi sugerido a construção dos modelos concretos para representar as ligações sigma e pi das moléculas de ácido clorídrico, oxigênio<sup>1</sup>, nitrogênio e flúor, conforme a Figura 1. Os alunos tiveram autonomia para escolher quais moléculas fazer, sendo que cada grupo teve que confeccionar duas. Esse momento foi importante, pois os alunos efetivaram-se como sujeitos ativos na construção do seu conhecimento.

**Figura 1:** Primeiro momento: confecção dos modelos para representar as ligações sigma e pi das moléculas propostas.



**Fonte:** A autora, 2017.

Durante a confecção dos modelos várias perguntas foram feitas, a fim de identificar as possíveis dúvidas em relação a construção das moléculas, bem como, verificar se os alunos estavam compreendendo o que estavam fazendo. Assim, verificou-se que haviam compreendido o que foi trabalhado oralmente e manualmente, pois as respostas dadas pela grande maioria, eram corretas. No entanto, o segundo questionário só foi aplicado no segundo momento, o que pôde ter influenciado o resultado da pesquisa.

<sup>1</sup> Embora a molécula de oxigênio tenha sido representada conforme a Teoria de Ligação de Valência (TLV), somente a Teoria do Orbital Molecular (TOM) é capaz de explicar seu comportamento paramagnético (ATKINS, 2012). No entanto, a TLV foi considerada para fins didáticos e metodológicos, de modo a não causar prejuízo para a compreensão por parte dos alunos envolvidos.

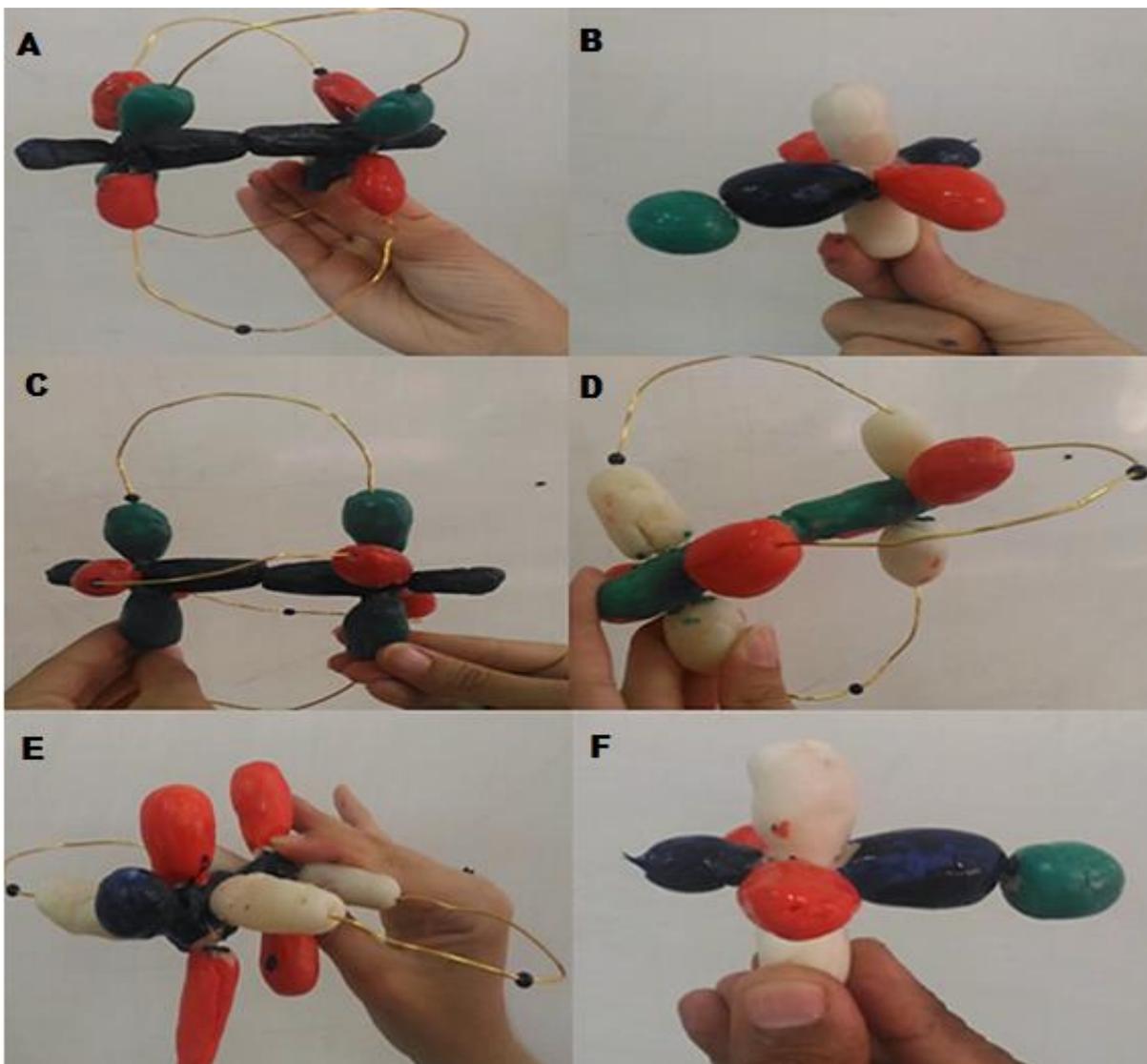
Os alunos fizeram os ajustes que faltavam para iniciar a pintura dos modelos, como mostra a Figura 2. Após o término de sua confecção dos modelos, representados na Figura 3, os alunos alegaram não lembrar mais do conteúdo trabalhado. No entanto, responderam o questionário de acordo com o que lembravam sem que o professor titular da turma influenciasse nas suas respostas, nem o pesquisador interferisse. Essa atitude foi necessária, pois os dados obtidos iriam confirmar se a construção dos modelos contribuiu ou não para a compreensão do conteúdo trabalhado.

**Figura 2:** Segundo momento: ajustes e pintura dos modelos para representar as ligações sigma e pi das moléculas propostas.



**Fonte:** A autora, 2017.

**Figura 3:** Os modelos A, C e E representam a molécula de  $N_2$ , os B e F representam a molécula de HCl e o D representa a molécula de  $O_2$ .



**Fonte:** a autora, 2017.

Na primeira pergunta do segundo questionário, os alunos já não utilizaram respostas que fugiam do que havia sido perguntado como no primeiro questionário. Algumas respostas foram sucintas, pois limitava o conceito de modelos a uma representação de uma molécula ou átomo, que de acordo com Justi (2010) ainda não são aceitas em um contexto científico.

*Aluno 1: “É uma forma de representar um átomo.”*

*Aluno 2: “Modelo é a forma visual dos compostos.”*

*Aluno 3: “Modelos são as representações da molécula.”*

*Aluno 4: “Modelo é uma representação de uma molécula.”*

*Aluno 5: “São modelos atômicos que levam como referência para outros.”*

Os demais alunos apresentaram um conceito mais abrangente em relação as respostas dadas no questionário anterior. No entanto, ainda não relataram que um modelo era uma representação parcial e não era considerado uma verdade absoluta, podendo ser aprimorado de acordo com os estudos e as descobertas feitas ao longo dos anos. Conforme Justi (2010, p. 211) diz que “o fato de os modelos serem representações parciais significa que eles (i) não são a realidade; (ii) não são cópias da realidade e (iii) têm limitações.”

*Aluno 6: “Um modelo atômico é uma representação gráfica da imagem para que possamos conhecer realmente a molécula é.”*

*Aluno 7: “Os modelos são formas de representar estruturas químicas, facilitando a compreensão do conteúdo apresentado.”*

*Aluno 8: “Modelo é uma representação gráfica da matéria. Facilita o estudo através da abstração de um átomo.”*

*Aluno 9: “Com relação a disciplina, modelos são objetos ou desenhos em 3D ou não. Com isso, vemos uma base da representação química, com ela entendemos bem melhor.”*

Quando perguntados sobre o que era uma ligação química, quatro dos nove alunos utilizaram respostas que, mesmo depois da pequena aula e da construção dos modelos, não condisseram com o intuito da pergunta e estavam inadequadas cientificamente, mostrando que os mesmos ainda não haviam compreendido a pergunta ou que era uma ligação química. Essa concepção persistiu, pois talvez o conceito de ligações químicas não tenha sido discutido de forma satisfatória, o que acarretou para a incompreensão da definição (PEREIRA JÚNIOR, AZEVEDO; SOARES, 2010).

*Aluno 1: “As ligações covalentes, ligações iônicas e ligações sigmas e ligações pi.”*

*Aluno 2: “São conjuntos estabelecidos para formar as moléculas e se ligarem.”*

*Aluno 3: “As ligações feitas entre os átomos, podendo ser elas 1, 2, 3 ligações.”*

*Aluno 4: “São as ligações que formam elementos.”*

Alguns alunos, conseguiram responder de forma correta e aceita cientificamente, mas limitaram seu conceito a união de átomos, enquanto outros acrescentaram que essa união formaria moléculas, no entanto, não explicaram o porquê disso.

*Aluno 5: “É a união entre átomos.”*

*Aluno 6: “É a união entre um ou mais átomos.”*

*Aluno 7: “Ligações químicas é a união dos átomos formando as moléculas.”*

*Aluno 8: “Ligações químicas é a união de átomos formando uma molécula.”*

Um único aluno apresentou um conceito que, além de ser considerado adequado, explicava o porquê dessa união de átomos, mostrando, assim, uma melhora na concepção que o mesmo tinha em relação ao que foi pedido na questão.

*Aluno 9: “Uma ligação química é a junção dos dois ou mais átomos, sejam eles iguais ou diferentes, que se ligam para adquirir estabilidade.”*

Na última pergunta do questionário, na qual pedia a diferença entre as ligações sigma e pi, alguns alunos ainda não conseguiram organizar as ideias de modo a formar uma resposta coerente e que explicasse qual era a diferença entre os dois tipos de ligação. Essa incoerência pode ser justificada pelo fato de os modelos construídos apresentarem limitações (MELO; LIMA NETO, 2013), o que pôde não ter ajudado como deveria para a compreensão do conceito.

*Aluno 1: “É apenas 1 ligação feita na sobreposição, há sigma, enquanto que a pi é a ligação sigma mais uma há mais.”*

*Aluno 2: “Sigma é uma ligação simples e ligação pi é uma ligação dupla.”*

*Aluno 3: “Ligação sigma é simples e interativa. Ligação pi é a sobreposição.”*

Os demais alunos responderam que a diferença entre uma ligação era devido a forma como ela ocorria, pois na ligação sigma ocorria a sobreposição dos orbitais, enquanto que na ligação pi ocorria a interação dos orbitais, fazendo da primeira uma ligação mais forte e da segunda uma ligação mais fraca que foi a única justificava apresentada por eles no primeiro questionário. Dessa forma, é possível perceber que houve uma evolução na compreensão e na composição da resposta em relação a que dada antes da construção dos modelos, mostrando que os mesmos possuem um papel de mediador entre a realidade que foi modelada e a teoria sobre o conteúdo abordado (BARRETO; CORTES JÚNIOR, 2012).

*Aluno 4: “Ligação sigma é a sobreposição, enquanto que a ligação pi é a interação.”*

*Aluno 5: “Na ligação sigma os orbitais se sobrepõem, um compartilhando com o outro, não sendo fácil de se romper, já a pi, apenas interage.”*

*Aluno 6: “A ligação sigma é a sobreposição dos orbitais e a ligação pi é a interação entre eles.”*

*Aluno 7: “A ligação sigma é a sobreposição, já a ligação pi é a interação. E uma é mais forte que a outra.”*

*Aluno 8: “A ligação sigma é a ligação mais forte que é a sobreposição e a ligação pi é a ligação mais fraca a que apenas acontece a interação.”*

*Aluno 9: “Na ligação sigma ocorre a sobreposição, dos orbitais e é mais de difícil de se quebrar. Já a ligação pi é a interação dos orbitais e é mais fácil de se quebrar.”*

É importante mencionar que a pequena aula trouxe contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, pois durante a mesma os alunos que desconheciam as ligações sigma e pi puderam conhecer e entender um pouco, e com isso tornar possível a realização e construção dos modelos que as representassem. Foi possível, também, conhecer um pouco mais dos conhecimentos prévios dos alunos para que, dessa forma, esses fossem utilizados e aprimorados durante a confecção dos trabalhos. Segundo Medina e Kein (2015, p. 49),

O conhecimento prévio auxilia na organização, incorporação, compreensão e fixação das novas informações, desempenhando assim, uma “ancoragem” com os subsunçores, já existentes na estrutura cognitiva. Sendo assim, novos conceitos podem ser aprendidos à medida que haja outros conceitos relevantes, adequadamente claro e disponível na estrutura cognitiva do indivíduo, estes conceitos relevantes funcionarão como pontos de ancoragem para os novos conceitos.

Para Vitorasso (2010), os conhecimentos prévios devem ser considerados, pois esse fator é o mais importante para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, conhecendo esses conhecimentos, o professor poderá desenvolver estratégias que auxiliem os alunos na construção de um saber mais aprimorado e apropriado.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração os objetivos buscados neste trabalho, foi possível identificar que a construção dos modelos concretos trouxe contribuições significativas para o entendimento do que os alunos possuíam em relação ao conteúdo de Ligações Químicas Sigma e Pi, até então pouco conhecido ou até desconhecido por eles. Essas contribuições puderam ser visualizadas depois da análise do segundo questionário em comparação ao que foi aplicado inicialmente, já que os conceitos obtidos apresentaram maior consistência e especificidade em relação ao primeiro.

No decorrer da investigação, notou-se que os alunos não conheciam o conceito de modelos e não haviam trabalhado com os mesmos durante as aulas de química, além de apresentarem dificuldades de compreensão em relação ao conteúdo de ligações químicas. No entanto, a atividade os auxiliou no desenvolvimento e aperfeiçoamento de suas concepções a respeito do assunto, mesmo o segundo questionário apresentando algumas respostas limitadas, mas que não eram consideradas incorretas.

É importante mencionar que o tempo foi crucial no desenvolvimento da metodologia do trabalho, pois ele influenciou diretamente nos resultados coletados, assim como o questionário que mostrou limitações. Por consequência, se a atividade tivesse sido realizada em um tempo maior, talvez os resultados obtidos apresentassem diferenças consideráveis, bem como se utilizado outro instrumento de coleta de dados durante a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALIANE, C. S. M.; COSTA, L. A. S. Concepção de professores de química sobre a importância do ensino de química para a formação do cidadão. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 9. 2013, Águas de Lindóia. **Atas**. Águas de Lindóia, 2013. p. 1 - 8.
- ALMEIDA, M. R.; PINTO, A. C. Uma breve história da química Brasileira. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 41-44, jan. 2011.
- ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da Faeeba – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, dez. 2013.
- ATKINS, P. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BALICA, M. E. P.; PRACIANO, J. D.; MARANHÃO, C. S.; SOUZA JÚNIOR, F. S.; JULIÃO, M. S. S. O ensino de química na formação cidadã: estudo de caso numa escola pública profissionalizante de Sobral - CE. In: Congresso Nacional de Educação, 3, 2016, Natal. **Anais...** Natal: Editora Realize, 2016.
- BARRETO, U. R.; CORTES JÚNIOR, L. P. Concepções de estudantes do nível médio sobre modelos e a relação modelo e realidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: SBQ, 2012. p. 1 - 12.
- BECHARA, E. J. H.; VIERTLER, H. Criação e consolidação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). **Química Nova**, São Paulo, v. 20, p. 63-65, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BULGRAEN, V. C. O Papel do Professor e sua Mediação nos Processos de Elaboração do Conhecimento. **Revista Conteúdo**, Capivari, v. 1, n. 4, p. 30-38, dez. 2010.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.
- CAREY, F. A. **Química Orgânica**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. **International Journal Of Science Education**. Amherst, p. 1041-1053. 2000.
- COSTA, P. P.; JUSTI, R.; MOZZER, N. B. O processo de co-construção de conhecimento no contexto de atividades de modelagem e a produção de argumentos por estudantes do ensino médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 8, 2011, Campinas. **Atas**. Campinas: ABRAPEQ, 2011.
- COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 31-34, nov. 2005.

DEL PINO, J. C.; FRISON, M. D. Química: um conhecimento científico para a formação do cidadão. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. 36-50, ago. 2011.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes Naturais: extração e emprego como indicadores de pH. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 27-31, maio 2003.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligações Químicas. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 20-24, nov. 2006.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o Fazer Ciência. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, p. 32-36, maio 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 352-381, may, 2000.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 24, n. 2, p.173-184, abr. 2006.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Injuí: Unijuí, 2010. p. 209-230.

LIMA, A. A.; SOUZA, S. R.; SILVA, S. A. Os Modelos no Ensino de Química: Uma Investigação na Formação Inicial de Professores Química. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 16, 2012, Salvador. **Anais...** 2012: SBQ, 2012. p. 1 - 12.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 140, p. 71-79, jan. 2013.

MASKILL, R. e JESUS, H.P. Asking model questions. **Education in Chemistry**, v. 32, n. 5, p. 132-134, 1997.

MEDINA, L. S.; KLEIN, T. A. S. Análise dos conhecimentos prévios dos alunos do ensino fundamental sobre o tema “microorganismos”. In: Semana da Educação, 16, 2015, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2015. p. 48 - 52.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, maio 2013.

MENDES, C. A.; CÂNDIDO, T. F.; SILVA, C. F. A.; FERREIRA, D. A. A importância da escola para a formação do cidadão. In: Encontro Nacional de Ensino de Geografia, 8, 2015, Catalão. **Anais...** Catalão, 2015.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 165-174, 2011.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986. 119 p.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa - características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-5, 1996.

OLIVEIRA, L. H. M.; CARVALHO, R. S. Um olhar sobre a história da química no Brasil. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, p. 27-37, 2006.

PAVANELLO, R. M.; LOPES, S. E.; ARAUJO, N. S. R. Leitura e interpretação de enunciados de problemas escolares de matemática por alunos do ensino fundamental regular e educação de jovens e adultos (EJA). **Educar em Revista**, Curitiba, p. 125-140, jan. 2011.

PEREIRA JÚNIOR, C.A. AZEVEDO, N. R. e SOARES, M. H.F. Proposta de Ensino de Ligações Químicas como Alternativa a Regra do Octeto no Ensino Médio: Diminuindo os Obstáculos para Aprendizagem do Conceito. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 15, 2010. Brasília. **Anais...** Brasília: IQ/UnB, 2010 p. 1-12.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. 2005. 302 f. Tese (Doutorado) - Curso de Matemática, Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2005.

PONTES, A. N.; SERRÃO, C. R. G.; FREITAS, C. K. A.; SANTOS, D. C. P.; BATALHA, S. S. A. O ensino de química no nível médio: Um olhar a respeito da motivação. In: Encontro nacional de ensino de química, 14, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBQ, 2008. p. 1 - 10.

PRINS, G. T. **Teaching and Learning of Modelling in Chemistry Education: Authentic Practices as Contexts for Learning**. 63. ed. Leersum: FSC, 2010.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva Histórico-Cultural da Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1999, 138 p.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18. 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2016.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS, A. O.; MELO, M. R. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 16, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: SBQ, 2012. p. 1 - 12.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1-6, jun. 2013.

SANTOS, H. S.; SILVA, S. S.; RIBEIRO, W. H. F.; JULIÃO, M. S. S.; MENEZES, J. E. S. A.; SOUSA, C. R.; LEMOS, T. L. G. O Ensino de Química como Instrumento de Formação do Cidadão Consciente. In: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 6, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABQ, 2008.

SANTOS, K. C. A. Características do Desenvolvimento de um Portal para o Projeto Modelagem Computacional Semiquantitativa e Quantitativa na Educação em Ciências do Plano Sul de Pesquisa e Pós-Graduação do CNPq. In: Seminário sobre representações e modelagem no processo de ensino- aprendizagem: perspectivas da modelagem em educação em ciências e tecnologia para a formação de professores através do ensino à distância, 4, 2002. **Anais...** Mabor, 2002. p. 123 - 147.

SANTOS, M. R.; OLIVEIRA, R. M. C.; OLIVEIRA, S. M. S. SANTANA, J. G. F.; CAFIEIRO, C. S. P. O ensino de química na formação cidadã. In: Semana acadêmica de ensino, pesquisa e extensão – A universidade e suas práticas no contexto regional: Construindo diálogos, 15. 2010, Salvador. **Anais...** Salvador, 2010. p. 1 - 11.

SANTOS, N. P. Laboratório Químico-Prático do Rio de Janeiro – primeira tentativa de difusão da química no Brasil (1812- 1819). **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 342-348, 2004.

SANTOS, N. P.; PINTO, Â. C.; ALENCASTRO, R. B. Façamos químicos: a “certidão de nascimento” dos cursos de química de nível superior no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 621-626, 2006.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul. 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, nov. 1996.

\_\_\_\_\_. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Injuí: Unijuí, 2010. 160 p.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de química e a importância da química nova na escola. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54, nov. 2004.

\_\_\_\_\_. Apontamentos sobre a histórico do ensino de Química no Brasil. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Injuí: Unijuí, 2010. p. 51-75.

SCHRAM, S. C.; CARVALHO, M. A. B. **O Pensar Educação em Paulo Freire: para uma Pedagogia de mudanças**. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/852-2.pdf>. Acesso em 08/02/2018.

SHIGUNOV NETO, A.; MACIEL, L. S. B. O ensino jesuítico no período colonial brasileiro: algumas discussões. **Educar**, Curitiba, n. 31, p. 169-189, 2008.

SILVA, S. G. As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio. In: Congresso de inovação científica do IFRN: Tecnologia e Inovação para o Semiárido, 9. 2013, Currais Novos. **Anais...** Currais Novos, 2013. p. 1612 - 1616.

SOARES, M. F. C.; MENDES SOBRINHO, J. A. C. A prática docente em química e a construção da cidadania: elementos para caracterização. In: Encontro de Pesquisa em Educação da UFPI, 6, 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: Linguagens, Educação e Sociedade, 2010.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 31-46, maio 2011.

STANGE, S. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; STIIRMER, J. C. A química no enfoque do cotidiano: perspectivas na formação do cidadão. In: Congresso Internacional de Educação, 3, 2011, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2011. p. 1 - 13.

TAVARES, J. F.; SÉRVIO, P. P. P. O Aluno como Protagonista do Processo de Ensino-Aprendizagem na Formação de Professores de Artes Visuais na Modalidade a Distância. In: Congresso Nacional da Federação de Arte-Educadores do Brasil, 18, 2008, Cariri. **Anais...** Cariri: Edurca, 2008. p. 1 - 10.

VITORASSO, M. E. K. **Conhecimentos prévios: concepções de dois professores de uma escola particular da cidade de São Paulo.** 2010. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Presbiteriana Mackenzie Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Curso de Ciências Biológicas, São Paulo, 2010.

WERNECK, V. R. Sobre o processo de construção do conhecimento: O papel do ensino e da pesquisa. **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 51, p. 173-196, abr. 2006.

**ANEXO I****QUESTIONÁRIO**

**1** – Com relação à disciplina de Química, o que você entende por modelo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**2** – O que você entende por Ligações Químicas?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3** – Qual a diferença entre Ligação Sigma e Ligação Pi?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE A

### O USO DO MODELO CONCRETO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA PARA A REPRESENTAÇÃO DAS LIGAÇÕES SIGMA E PI

Paloma Gomes de Abrantes<sup>1</sup>; Poliana Gomes de Abrantes<sup>1</sup>; Anderson Savio de Medeiros Simões<sup>3</sup>

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB/Campus Sousa*<sup>4</sup>  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB/João Pessoa*<sup>3</sup>  
[palomaabrantess2014@gmail.com](mailto:palomaabrantess2014@gmail.com)<sup>1</sup>, [polianaabrantess2015@gmail.com](mailto:polianaabrantess2015@gmail.com)<sup>1</sup>, [anderson\\_savio@hotmail.com](mailto:anderson_savio@hotmail.com)<sup>3</sup>

#### 1 INTRODUÇÃO

O ensino e aprendizagem de Química abrange uma série de obstáculos e dificuldades por se tratar de uma ciência abstrata. Para minimizar essas adversidades, os docentes recorrem ao uso de modelos que podem ser definidos como representações parciais da realidade, elaborados com o propósito de fundamentar ideias e que o mesmo pode ser modificado e utilizado para facilitar na visualização de conceitos imateriais (GILBERT; BOULTER, 1995, apud FERREIRA; JUSTI, 2008).

Além da contribuição para a ampliação do conhecimento dos discentes, a utilização de modelos é uma importante ferramenta de encorajamento para a aprendizagem significativa de conteúdos intangíveis, isso porque o uso de novas metodologias de ensino possibilita concretizar os conteúdos de caráter abstrato, tornar possível observar o movimento de processos que são inviáveis de notá-los a olho nu, além de proporcionar aos alunos entender o mundo empírico que eles não conhecem ou dominam (BRAGA; FERREIRA; GASTAL, 2009).

Larentis, Malacarne e Sereia (2010, p.7) também enfatizam a relevância da inclusão de modelos nas aulas tradicionais e com conteúdos bastante teóricos.

Através desse estudo comprova-se a importância da inserção de materiais pedagógicos concretos no ensino tradicional que ainda domina a rede de ensino nas escolas, ficando mais do que evidente a preparação de aulas teórico-práticas que proporcionem um maior entendimento do conteúdo aos alunos, facilitando na construção do conhecimento, na formação de modelos mentais sobre conteúdos abstratos e introdução desse aprendizado no cotidiano do aluno, pois materiais como esses dão à eles a oportunidade de observar, analisar, sentir com as próprias mãos o que seria apenas algo imaginário, tratado como um conteúdo que eles teriam que, apenas, construir na mente da maneira que entenderam, o que, muitas vezes, não é a forma correta devido a não compreensão da matéria.

Alguns conceitos de química são essenciais para um indivíduo que desenvolve estudos na área da química e um dos mais indispensáveis é o de ligações químicas. É considerado um conteúdo fundamental para o entendimento dos demais conteúdos e

responsável por estruturar o pensamento químico sobre o mundo material, pois através dele, pode-se compreender a formação de milhões de compostos diferentes que constituem todos os materiais existentes utilizando apenas alguns elementos.

Esses compostos são oriundos das combinações entre os átomos que, por meio de interações em nível atômico molecular, estabelecem ligações entre si (COSTA-BEBER; MALDANER, 2010). Essas ligações podem ser classificadas como ligação iônica, metálica ou covalente, sendo que as ligações covalentes são qualificadas em ligação sigma ( $\sigma$ ) e pi ( $\pi$ ) (LEE, 1999). Entretanto, nos livros de química da 1ª série do ensino médio (FONSECA, 2013; FELTRE, 2004; SANTOS; MÓL, 2013) no qual o conteúdo de Ligações Químicas é descrito, as ligações  $\sigma$  são abordadas como ligação simples, e as  $\pi$  como sendo ligações duplas ou triplas, além de todas serem representadas apenas por traços e apresentadas como um conteúdo isolado e de forma dogmática, podendo levar os alunos a interpretarem-nas de forma errônea achando que as ligações podem ser visualizadas (FERREIRA; PINO, 2003).

Segundo a TLV, a ligação  $\sigma$  é a interação coaxial de orbitais, ou seja, a sobreposição frontal de orbitais de mesmo eixo, enquanto que a ligação  $\pi$  é a interação lateral de orbitais, ou seja, a sobreposição de orbitais de eixos paralelos (LEE, 1999). Entretanto, vale destacar que uma ligação  $\pi$  é dependente da ligação  $\sigma$ , já que uma ligação  $\pi$  só é formada após a formação de uma ligação  $\sigma$ , formando a ligação dupla. Se houver duas ligações  $\pi$ , ainda haverá uma ligação  $\sigma$ , formando uma ligação tripla.

Por serem abordados como ligações simples, dupla e tripla nos livros de ensino médio e não como ligações  $\sigma$  e  $\pi$ , como são denominadas na TLV, esses conceitos de ligações causam uma grande confusão na cabeça dos alunos, principalmente os que pretendem seguir carreira dentro das ciências da natureza, pois induz a criação de uma imagem distorcida de que uma ligação é apenas um traço entre dois ou mais átomos. Com tais características, pode-se dizer que há um grande desafio em quebrar esse obstáculo no entendimento desse conteúdo. Além desse obstáculo, o mesmo está sendo trabalhado de forma insatisfatória pelos professores, o que pode acarretar na desmotivação dos alunos que sequer sabem o necessário para o entendimento de toda a química (PEREIRA JÚNIOR; AZEVEDO; SOARES, 2010).

Este trabalho surgiu a partir de uma proposta feita na disciplina de Prática Profissional IV do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Sousa. Este, tem como objetivo propor a criação de modelos concretos utilizando materiais de baixo custo para o ensino das Ligações Sigma e Pi que apresentam um grande grau de abstração, propiciando aos alunos a criação de conceitos inadequados.

## 4 METODOLOGIA

Para a construção dos modelos concretos, foi utilizado materiais de baixo custo, como pasta de porcelana fria, vendida comercialmente como massa de biscuit, cinco pares de revestimentos de plástico para fios elétricos, sendo três pares vermelho e dois branco, 10 miçangas, palitos de madeira e esmalte de unha vermelho, azul e laranja. Para modelar a massa, foi necessário que as mãos estivessem limpas e com hidratante corporal, o que proporciona um melhor acabamento do material.

Utilizando a massa de biscuit, moldou-se 12 partes em forma de gotas, o que representa os orbitais atômicos, sendo 6 para cada átomo, no caso o Nitrogênio ( $N_2$ ). Para encaixar os orbitais uns nos outros, utilizou-se os palitos de madeira, sempre valendo-se de que os mesmos não ficariam a mostra. Após montar os dois átomos de nitrogênio o que originou a molécula do gás nitrogênio, uniu-se os mesmos pelos orbitais frontais o que representa a ligação  $\sigma$ . Em seguida, encaixou-se o par de revestimento de plástico para fios elétricos vermelho, ligando em paralelos os orbitais das extremidades e posteriormente, foi fixado na outra extremidade o par de revestimento branco.

O mesmo método foi utilizado para montar as moléculas de gás oxigênio ( $O_2$ ) e gás etino ( $C_2H_2$ ), apenas com pequenas alterações, já que a molécula do gás  $O_2$  tem apenas duas ligações, uma  $\sigma$  e uma  $\pi$ . Enquanto isso, os dois carbonos da molécula do  $C_2H_2$ , além de fazerem três ligações entre si, cada um faz uma ligação com um hidrogênio que foi representado por esferas.

Foi necessário deixar os modelos concretos suspensos até que os mesmos ficassem totalmente secos, evitando assim, que o material fosse danificado. Por fim, foi pintado de vermelho os orbitais nos quais os fios vermelhos estavam conectados, enquanto que os orbitais centrais, foram pintados de azul. Na molécula de  $C_2H_2$ , os hidrogênios foram pintados de laranja de modo a diferenciá-los dos demais.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao criar os modelos concretos para representar as ligações  $\sigma$  e  $\pi$ , levou-se em consideração a necessidade de montar modelos que pudessem ser reproduzidos facilmente e que, principalmente, contribuíssem para o ensino-aprendizagem do conteúdo de ligações

químicas nas aulas de química do ensino médio e até mesmo, de cursos superiores de química e/ou áreas afins.

Como mostra a **Figura 1A**, a molécula do  $N_2$  possui três ligações covalentes, sendo uma  $\sigma$  e duas  $\pi$ . A ligação central (orbitais azuis) representa a interação dos orbitais frontais, formando a ligação  $\sigma$ . Os orbitais vermelhos ligados através de revestimentos para fios elétricos vermelhos representam a interação dos orbitais em paralelo, originando a primeira ligação  $\pi$  e os orbitais brancos a segunda ligação  $\pi$ . Cada par de revestimento para fios elétricos representa uma ligação  $\pi$  e as miçangas os elétrons envolvidos na ligação. Para a molécula  $O_2$ , representada na **Figura 1B**, é possível utilizar a mesma explicação. No entanto, apresentando uma ligação a mesmo o que facilita o entendimento.

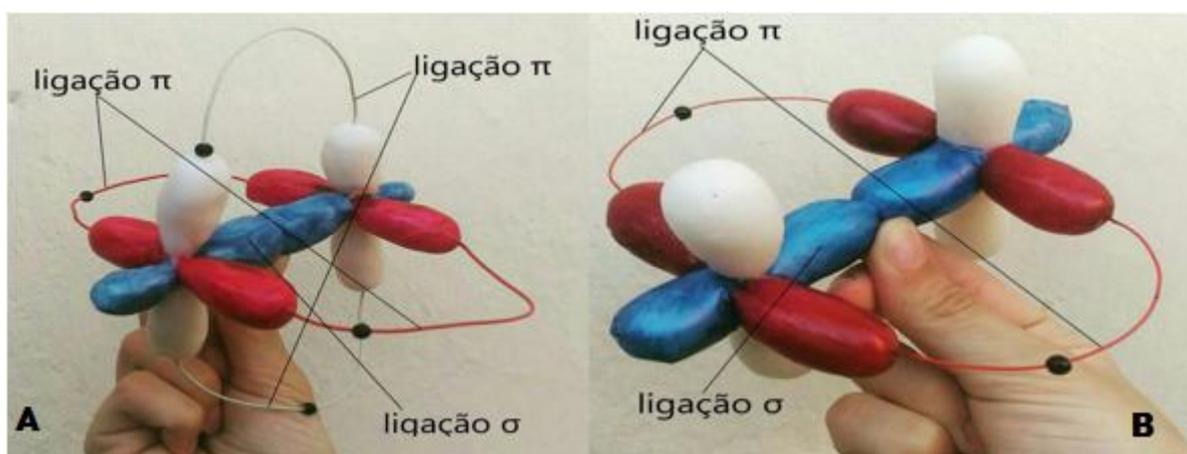


Figura 4: A) Representação das ligações  $\sigma$  e  $\pi$  da molécula do gás Nitrogênio. B) Representação das ligações  $\sigma$  e  $\pi$  da molécula do gás Oxigênio. Fonte: Os autores.

A molécula do  $C_2H_2$  apresenta três ligações covalentes, uma  $\sigma$  e duas  $\pi$ , entre os carbonos e cada um deles faz mais uma ligação  $\sigma$  com um hidrogênio, representado na **Figura 2** pelos orbitais esféricos laranja.

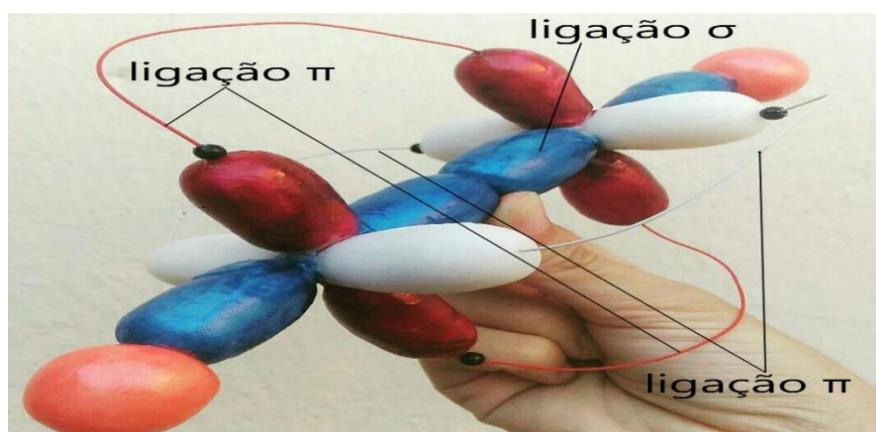


Figura 2: Representação das ligações  $\sigma$  e  $\pi$  da molécula do gás Etino. Fonte: Os autores.

É importante salientar que em todos os modelos, os elétrons das ligações  $\sigma$  estão, supostamente, dentro dos orbitais azuis que interagem frontalmente, além disso, os mesmos não ficam fixos, eles transitam entre os orbitais que formam a ligação. O mesmo acontece com as ligações  $\pi$ , sendo que nessas ligações a interação entre os orbitais ocorrem de forma paralela, por isso, que há a presença dos revestimentos para fios elétricos vermelhos que representam uma mesma ligação  $\pi$ , o que também ocorre com os revestimentos para fios elétricos brancos, entretanto, formando a segunda ligação  $\pi$ .

As contribuições desse modelo concreto para o ensino-aprendizagem das ligações  $\sigma$  e  $\pi$  são notórias, já que o mesmo pode ajudar na visualização dessas ligações que além de abstratas, são de difícil compreensão por muitos alunos. É possível esclarecer também, que as ligações não são apenas um compartilhamento de elétrons e nem traços, como são representadas nos livros de química do ensino médio. São interações entre orbitais atômicos, além de apresentar uma diferença entre si.

## 6 CONCLUSÃO

A utilização de modelos é, portanto, uma excelente ferramenta didática para os professores que lidam com o desafio de trabalhar conteúdos abstratos e de difícil compreensão no ensino de qualquer ciência natural, não só da química. Além dessas contribuições, a criação e uso dos modelos podem contribuir para uma aula diferenciada, o que pode provocar a motivação e despertar a curiosidade dos alunos ao estudar e fazer ciência.

## 7 REFERÊNCIAS

BRAGA, C. M. D. S.; FERREIRA, L. B. M.; GASTAL, M. L. A. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12.

COSTA-BEBER, L. B.; MALDANER, O. A. Níveis de significação de conceitos e conteúdos escolares químicos no ensino médio: Compreensões sobre ligações químicas. **Vidya**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 97-117, 2010.

FELTRE, R. **Química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 1 v.

FERREIRA, M.; PINO, J. C. del. Experimentação e modelagem: estratégias para a abordagem de ligações químicas no ensino médio. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 5, n. 2, p. 41-48, 2003.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o Fazer Ciência. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, p. 32-36, maio 2008.

FONSECA, M. R. M. da. **Química**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013, 1 v.

LARENTIS, C.; MALACARNE, T. J.; SEREIA, D. A. A importância dos modelos didáticos no ensino de ciências nas séries do ensino fundamental. In: Os Estágios Supervisionados de Ciências e Biologia em Debate II, 2010, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Unioeste, 2010. p. 1 - 11.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2000.

PEREIRA JÚNIOR, C.A. AZEVEDO, N. R. e SOARES, M. H.F. Proposta de Ensino de Ligações Químicas como Alternativa a Regra do Octeto no Ensino Médio: Diminuindo os Obstáculos para Aprendizagem do Conceito. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 15, 2010. Brasília. **Anais...** Brasília: IQ/UnB, 2010 p. 1-12.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S, (coords.). **Química Cidadã**. 2. ed. São Paulo: AJS, 2013, 1 v.