

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
FACULDADE DE EDUCAÇÃO – FaE
CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA DE MINAS GERAIS – CECIMIG
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO – ENCI

UTILIZAÇÃO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DA QUÍMICA ORGÂNICA

Antônio Carlos Cabral Rios

Belo Horizonte – MG

2012

Antônio Carlos Cabral Rios

UTILIZAÇÃO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DA QUÍMICA ORGÂNICA

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG – FaE/UFMG como requisito para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Prof. Msc. Vinícius Catão de Assis Souza.

Belo Horizonte – MG

2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado forças para cumprir essa jornada; a minha noiva, minha mãe e minhas tias, pelo apoio.

Ao meu orientador Vinícius, pela paciência e empenho em relação a minha monografia.

RESUMO

A Química Orgânica é um conteúdo considerado por muitos alunos abstrato e puramente teórico. Diante desse fato, é importante que os professores busquem utilizar nas suas aulas estratégias de ensino que favoreçam a interação e o aprendizado. Isso pode ser favorecido com atividades investigativas e estratégias de ensino que possibilitem o desenvolvimento da autonomia e a participação efetiva dos alunos durante o processo de construção do conhecimento científico. Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar como uma atividade investigativa utilizada na construção de modelos pode contribuir para o ensino da Química Orgânica. A pesquisa que será descrita nessa monografia foi realizada em uma turma da 3ª série do Ensino Médio, de uma escola particular localizada na cidade de Itapeverica, Minas Gerais. Para iniciar esse trabalho, abordou-se o tema “*Poluição de Mananciais Aquáticos*”, contextualizando o conteúdo químico em estudo e, ao mesmo tempo, conscientizando os alunos sobre a importância da questão ambiental na atualidade. Na sequência, foi proposto um trabalho relativo à construção de modelos moleculares, considerando que estes podem ser importantes ferramentas no processo de mediação do conhecimento científico. Com a utilização/construção dos modelos, buscou-se favorecer a visualização tridimensional das moléculas orgânicas em estudo, o que é considerado por muitos professores e alunos como fundamental para o processo de ensino e aprendizagem da Química. Os resultados encontrados demonstram que os alunos não tiveram facilidade para construir corretamente os modelos das moléculas apresentadas em sala de aula. Entretanto, a interação estabelecida na turma, assim como o processo de elaboração dos modelos como um todo, os auxiliaram na melhor compreensão do conteúdo estudado, além de permitir uma importante reflexão relacionada à poluição das águas. Dessa forma, a construção dos modelos para as moléculas orgânicas, com a mediação do professor durante as etapas do trabalho, e a contextualização do conteúdo, permitiu concluir que essas estratégias/abordagens de ensino podem ser muito relevantes para o processo de aprendizagem da Química Orgânica.

Palavras-chave: *Ensino de Ciências por Investigação, Modelos Moleculares, Química Orgânica, Poluição das Águas.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3. METODOLOGIA.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
5. CONCLUSÕES.....	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

LISTA DE IMAGENS

Figura 01. Representação plana das substâncias.....	19
Figura 02. Substâncias utilizadas no teste de solubilidade.....	20
Figura 03. Construção do modelo para o Hexano.....	29
Figura 04. Construção do modelo para o Naftaleno.....	29
Figura 05. Construção do modelo para o Isoctano (<i>Gasolina</i>).....	29
Figura 06. Construção do Modelo para a Propamona (<i>acetona</i>).....	30
Figura 07. Construção do modelo para o Éter Etílico.....	30
Figura 08. Construção do modelo para o Ácido Acético (<i>Vinagre</i>).....	30
Figura 09. Construção do modelo para o Etanol.....	30

1. INTRODUÇÃO

É comum os alunos considerarem o ensino da Química Orgânica bastante abstrato e complexo. Muitos deles não conseguem visualizar no espaço tridimensional os fenômenos e os compostos descritos de forma teórica, criando assim uma barreira para o aprendizado do conteúdo em estudo (LIMA & NETO, 1999). Dessa maneira, cabem aos professores e demais profissionais de ensino, como supervisores e orientadores escolares, buscarem alternativas didáticas que facilitem o processo de aprendizagem dos alunos (LIMA & NETO, 1999).

De acordo com Carneiro, Rangel e Lima (2001), a maneira como a Química é abordada pode influenciar na visão distorcida que os alunos possuem da disciplina, considerando-a até mesmo demasiadamente complicada e abstrata.

Alguns alunos pensam que se trata de uma matéria puramente teórica, acreditando ser necessária apenas a memorização de conceitos e regras para aprender o conteúdo. Dessa forma, não conseguem associar, de modo significativo, o conteúdo químico estudado com a sua aplicação prática no dia a dia.

De acordo com Almeida, Silva e Carvalho (2010), para permitir que o conhecimento científico possa estar mais acessível aos alunos, é importante que o professor (re)signifique as suas abordagens de ensino. Para isso, é necessário buscar: (i) desvencilhar de metodologias ultrapassadas e pouco eficientes; (ii) incorporar procedimentos didáticos alternativos; e (iii) utilizar nas aulas materiais baratos e práticos que poderão favorecer a interação entre os alunos e, conseqüentemente, a construção do conhecimento científico.

A utilização dos modelos moleculares no ensino da Química Orgânica é importante para tentar aproximar o conhecimento químico da realidade dos alunos, proporcionando uma melhor visualização tridimensional, de modo a favorecer o processo de ensino e aprendizagem.

Nessa perspectiva, Lima e Neto (1999, p.903) afirmam que *“o uso de modelos moleculares é de grande valia, pois apoia a visualização das ligações químicas, como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do arranjo espacial destas”*.

Buscando contemplar esses pontos apresentados anteriormente, a presente monografia tem o objetivo de analisar como as atividades investigativas que utilizam modelos moleculares podem contribuir para o ensino da Química Orgânica.

Para a realização desse trabalho, foi elaborada uma atividade com o tema “*Poluição de mananciais aquáticos*”, buscando contextualizar e, ao mesmo tempo, conscientizar os alunos sobre a importância desse assunto.

Além disso, foram trabalhadas as dificuldades encontradas pelos alunos acerca deste tema, através da realização de uma atividade investigativa que envolve a visualização tridimensional de moléculas orgânicas, além da polaridade e solubilidade relacionadas a tais substâncias envolvidas.

Esse tipo de atividade investigativa favorece a autonomia e participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que eles assumam uma postura ativa no processo de construção do conhecimento. Para isso, foram escolhidas algumas substâncias a serem modeladas que, possivelmente, são utilizadas com frequência no cotidiano dos alunos, tais como acetona, gasolina, éter etílico, dentre outras.

Segundo Gonçalves, Borges e Mota (2007), uma das maiores dificuldades no ensino de Química, tanto em nível Superior como no Médio, é a visualização tridimensional dos vários modelos para as moléculas, sobretudo quando o tema geometria molecular é abordado.

Dessa forma, a dificuldade enfrentada pela maioria dos alunos está em determinar os ângulos de ligação em uma molécula, considerando fatores como os eventuais pares de elétrons não ligantes, que é decisivo para atribuir a forma geométrica e as propriedades das substâncias (temperatura de fusão, de ebulição, solubilidade etc.).

Uma das maneiras de se deduzir a geometria de uma molécula é utilizar algumas regras determinadas pelo químico Ronald Gillespie¹, tendo como base apenas o

¹ Ronald J. Gillespie (professor emérito do Departamento de Química da Universidade de McMaster Hamilton, Ontário, Canadá). Sua teoria de *Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência* (RPECV ou, em inglês, VSEPR – *Valence Shell Electron Pair Repulsion*) tenta simplificar o estudo da geometria molecular. Com essa teoria, ele demonstrou que as propriedades das substâncias moleculares são determinadas não somente pelos átomos que formam as suas moléculas, mas também pelo modo como eles se distribuem no espaço. O número de átomos que compõem uma dada molécula e o seu arranjo espacial conferem a ela a geometria molecular. A teoria dos pares eletrônicos não ligantes, proposta inicialmente em 1940 por Sidwick e Powell, foi aperfeiçoada em 1957 por Gillespie, sendo esse um modelo eletrostático que trata os elétrons do átomo central como cargas pontuais.

número de átomos das moléculas, os elétrons não ligantes e as ligações do átomo central, que se encontra unido a todos os demais átomos da molécula. Porém, a aplicação teórica dessa importante regra não diminui, a princípio, a abstração desse conteúdo, além de não favorecer de forma direta a visualização molecular. Seria necessário, então, que modelos fossem construídos/utilizados, buscando facilitar essa visualização.

A minha experiência docente confirma estas dificuldades enfrentadas pelos alunos. Nesse sentido, percebi a oportunidade de aprofundar e explorar o assunto durante o curso de especialização, considerando a relevância desse tema para o ensino e a aprendizagem da Química.

Além disso, é importante ressaltar que antes do desenvolvimento desse trabalho com meus alunos, eu seguia uma postura mais tradicional no processo de ensino e aprendizagem. Portanto, esse trabalho propiciou que eu evoluísse didaticamente, contribuindo de forma significativa em minha formação docente.

De acordo com Ferreira (2006), a construção de modelos é um processo relacionado ao sistema cognitivo humano na sua busca por compreender o universo que o cerca. O ser humano necessita visualizar os modelos para compreender significativamente o estudo de alguns fenômenos que envolvem as diferentes moléculas, considerando essas se relacionam a estruturas submicroscópicas.

O trabalho com modelos moleculares, associado à experimentação e mediado pelo professor durante as atividades propostas em sala de aula, pode auxiliar a compreensão do assunto pelos alunos (GONÇALVES, BORGES, MOTA, SCHUBERT, 2007). Isso favorece o entendimento dos alunos sobre as características químicas dos compostos, assim como a sua conformação estereoquímica e os fatores que determinam seus odores, sabores e ação como fármacos, por exemplo. Além disso, tais características influenciam as reações bioquímicas que ocorrem em nosso organismo e contribuem para a manutenção da vida.

A conformação das moléculas também afeta as propriedades que nos rodeiam, incluindo seus estados físicos, polaridades e solubilidade. Estas razões evidenciam a importância de uma atividade que contribua com uma aprendizagem efetiva da Química, mediada pelos modelos moleculares.

Este conhecimento também tem importância se considerarmos que, o fato de os alunos não aprenderem, poderá comprometer a compreensão de outros assuntos

estudados na Química e demais conteúdos, como a Biologia, a Bioquímica e a Físico-Química, uma vez que todos eles estão intimamente relacionados com os conhecimentos dos diversos compostos orgânicos (OLIVEIRA, 2009).

Sendo assim, considera-se importante a realização dessa atividade para que os alunos tenham uma visão mais ampla sobre esse assunto, sendo capazes de prever as propriedades e as características das substâncias químicas em seu dia a dia, o que poderia favorecer uma melhor compreensão do tema em estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, a educação no Brasil passa por um momento marcado por grandes desafios. Aulas fragmentadas e excesso de informações nos currículos evidenciam a dificuldade que muitos alunos têm em relacionar a teoria estudada em sala de aula com a realidade a sua volta (WILSEK & TOSIN, 2009).

Os professores têm o desafio de proporcionar aos alunos um ensino mais instigante, interativo e dialógico, utilizando em sala de aula metodologias de trabalho que ultrapassem os discursos autoritários e dogmáticos (WILSEK & TOSIN, 2009).

A palavra método vem do latim *methodu* e significa conjunto de procedimentos técnicos e científicos que, quando relacionados à educação, podem expressar a possibilidade de uma aprendizagem eficaz (LACANALLO, SILVA, OLIVEIRA, GASPARI & TERUYA, 2007). No contexto da educação em Ciências, é possível caracterizar o método tradicional de ensino e o método envolvendo as abordagens alternativas, com as suas múltiplas possibilidades e estratégias para se trabalhar os conteúdos.

O método de ensino tradicionalista iniciou-se no Brasil com os jesuítas, que tinha nas instituições de ensino uma possibilidade de doutrinar os índios e expandir a cultura europeia no país. Nesse sentido, “*os métodos usados tinham a finalidade de fazer com que o aluno gravasse as informações transmitidas pelo professor e pudesse repeti-las sem questionamento e nem discussões*” (LACANALLO et al., 2007, p.4).

Lacanallo et al. (2007), se referindo a Comênio, que foi considerado o pai da didática moderna, destaca o seguinte:

Comenius se deu conta, perfeitamente, de que os procedimentos educativos de sua época eram inadequados: não existia uma metodologia do ensino que levasse em conta o desenvolvimento da Ciência. Além disso, não existiam livros de texto adequados; não existia, no desenvolvimento dos programas, nada que fosse atraente para as crianças [...] ele estava convencido de que o conhecimento adequado no mundo depende do cultivo dos sentidos, bem como de uma relação adequada da linguagem com a experiência. (LACANALLO et al., 2007, p.6)

Com o surgimento de novas propostas/abordagens de trabalho e a discussão trazida para o meio educacional, o ensino tradicional passou a ser criticado, uma vez que os princípios da educação tradicional e seus métodos de ensino começaram a ser questionados (WILSEK & TOSIN, 2009).

Autores como Paulo Freire se opuseram ao ensino tradicional por acreditar que a escola reproduzia as desigualdades sociais:

A teoria apresentada por Freire destacou a conscientização e a mudança como temas centrais do processo educativo. A conscientização seria uma função da educação escolar e também uma das possibilidades de promover mudança de uma sociedade de oprimidos para uma sociedade de iguais. O autor combateu a concepção ingênua de mudança e defendeu a compreensão do mundo, condicionada à realidade concreta em que o educando está inserido como possibilidade de transformação social. (LACANALLO et al., 2007, p.12)

Freire defendia também a formação de indivíduos autônomos, capazes de atuarem no meio onde vivem, com responsabilidade política e social. Segundo ele, é essencial no processo de ensino e aprendizagem que haja diálogo entre educandos e educadores (GEHLEN, AUTH, AULER, ARAÚJO & MALDANER, 2008).

Além de Paulo Freire, muitos outros pensadores da educação lançaram um olhar crítico para os processos de aprendizagem, como Vygotsky e Piaget. De acordo com Vygotsky, o que deveria ser privilegiado nos processos educativos seria a interação estabelecida entre o sujeito e o meio e não somente a memorização mecânica (GEHLEN et al., 2008).

Nas décadas de 1960 e 1970, o movimento de mudança curricular em Ciências levantava importantes discussões, uma vez que era eminente a decadência do ensino de Ciências devido, sobretudo, ao desinteresse dos jovens pela carreira científica (ATAIDE & SILVA, 2011).

Na década de 1980, o ensino tradicional foi amplamente contestado por vários críticos da educação, já que na maioria dos casos não se conseguia capacitar os alunos frente às teorias científicas. Ganhava força no contexto educacional o modelo construtivista, que buscava inovar com outras abordagens de ensino (ATAIDE & SILVA, 2011).

A perspectiva investigativa no ensino de Ciências, por sua vez, foi proposta por John Dewey no início do século XX, apresentando a ideia de Método Científico como um conjunto de etapas que caracterizam a investigação científica (TRÓPIA, 2009).

Para Dewey, o método científico seria uma forma de considerar as experiências dos alunos: “[...] tal método consistia em: definição do problema, sugestão de uma solução, desenvolvimento e aplicação do teste experimental e formulação da conclusão” (TRÓPIA, 2009, p. 3).

Tais ideias de Dewey não foram instituídas no sistema educacional americano. Dessa forma, a perspectiva investigativa de ensino não foi implementada nas escolas daquela época. Somente no início da década de 1990, o método de “ensino por investigação” teve uma retomada, que se estende até os dias atuais. De acordo com Trópia (2009):

A investigação científica desenvolvida pelos alunos e professor no contexto educativo passou a contemplar dois importantes aspectos: discussões sobre a natureza da Ciência nas investigações realizadas em sala de aula e as relações entre Ciência e sociedade no ensino de Ciências, que tem suas raízes em um movimento iniciado nas décadas de 60-70 denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que buscava questionar a cultura tecnológica e compreender não somente o produto das interações entre o Social, a Ciência e a Tecnologia, mas visou contemplar o porquê e como surgiu. Nessa perspectiva, a Ciência passou a ser vista como algo cultural, dinâmico, submetida as mais diversas esferas, sejam elas políticas, religiosas, éticas, sociais, econômicas, contrapondo a concepção que a Ciência e a Tecnologia estejam separadas da Sociedade. (TRÓPIA, 2009, p.7)

O *Ensino de Ciências por Investigação* pode ser considerado uma metodologia de ensino utilizada pelo professor para diversificar sua prática pedagógica, favorecendo a aprendizagem do aluno e o desenvolvimento da autonomia. Assim, ele pode ser capaz de tomar decisões e articular conhecimentos, apropriando-se de conceitos e teorias das Ciências (SECRETARIA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2011).

De acordo com Sá, Paula, Lima e Aguiar (2007), em um ensino que se baseia na investigação, professores e alunos tornam-se mutuamente atuantes na construção de seu conhecimento, sendo que os alunos deixam de ser apenas receptores de informações. Ou seja, *“os alunos que são colocados em processos investigativos, envolvem-se com sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam resultados”* (SÁ et al., 2007, p.3).

Azevedo (2010) destaca que muitas são as possibilidades para se desenvolver atividades investigativas no contexto educacional, sendo que estas não precisam ser necessariamente experimentos em laboratórios. Segundo esse autor, algumas das atividades investigativas podem ser caracterizadas como:

- *Demonstrações* – surgem através da apresentação de um problema que será solucionado pelos alunos com a mediação do professor;
- *Laboratório Aberto* – surge com um questionamento proposto pelo professor, permitindo que os alunos construam hipóteses sobre o tema e sugiram experimentos para testá-las;

- *Questões Abertas* – o professor propõe aos alunos problemas cotidianos, cuja explicação pode se relacionar ao conceito científico em estudo, de modo que haja uma discussão geral, na busca por possíveis soluções para o problema.

Considerando as definições apresentadas para as atividades investigativas, o presente trabalho pode se enquadrar nos itens *Demonstração* e *Questão Aberta*, uma vez que os alunos buscaram solucionar um problema cotidiano, utilizando para isso modelos moleculares que foram construídos pelos grupos de alunos, sob a mediação do professor.

O ensino por investigação é uma metodologia possível de ser colocada em prática nas mais diversas disciplinas que abrangem as Ciências, sejam através de problemas, laboratório, questões abertas ou demonstrações. Sendo assim, as aulas de Química podem ser mais interessantes e significativas aos alunos, permitindo que eles assumam postura ativa no processo de construção do conhecimento.

Um exemplo possível de atividade investigativa no ensino da Química Orgânica é a modelagem (construção de modelos) para as estruturas moleculares, o que pode facilitar o aprendizado e a visualização destas moléculas de forma tridimensional, permitindo aos alunos adquirirem conhecimentos químicos com mais clareza.

Este tipo de atividade com modelos moleculares, apresentada de modo contextualizado com a discussão do tema ambiental *“Poluição de mananciais aquáticos”*, pode ser uma estratégia de grande relevância para a compreensão dos conteúdos químicos e a conscientização dos problemas recorrentes na sociedade. Todo esse processo é possível considerando a mediação do professor, que orientará os alunos durante a construção do conhecimento científico.

Como se sabe, a água é uma substância indiscutivelmente essencial a todos os ecossistemas. Porém, este recurso natural *“está sendo exaurido em quantidade pelas permanentes atuações impactantes do homem nas bacias hidrográficas, e degradado quanto a sua qualidade pelas cada vez mais concentradas cargas poluidoras”* (OTTONI, 2009, p.2).

Os mananciais de água são poluídos por diversos tipos de substâncias, provenientes do esgoto não tratado com os seus inúmeros dejetos, tais como metais pesados, resíduos industriais, dentre outros. De acordo com Moreira (2002) *“as indústrias químicas, indústrias de papel e papelão se constituem nos maiores emissores de substâncias tóxicas nas águas”* (MOREIRA, 2002, p.52).

Os materiais produzidos por fábricas de explosivos, reciclagem de papel e beneficiamento de borracha muitas vezes também são despejados nas águas, contribuindo para a poluição desses locais (MOREIRA, 2002). Tais poluentes:

Além de afetar seriamente o aspecto dos espelhos de água, o material em suspensão, assim como os óleos e graxas, altera a cor da água aumentando a turbidez, o que impede a penetração natural da luz solar, encarecendo os processos de potabilidade da água. (MOREIRA, 2002, p.52)

Processos produtivos limpos, de origem agrícola e industrial, são meios de minimizar a poluição de mananciais aquáticos e também de diminuir os possíveis riscos à saúde. Além da implantação de tais processos, para que se tenha uma maior preservação da natureza, é necessária a conscientização de toda a população (MOREIRA, 2002).

O estudo das estruturas moleculares das substâncias que podem ser consideradas poluentes dos mananciais aquáticos é uma forma de tentar promover a (inter)relação da Química Orgânica com a Educação Ambiental. Nesse sentido, será destacado o desenvolvimento de uma atividade relacionada à construção de modelos moleculares, que buscou favorecer de forma direta essa relação entre a Química e o Meio Ambiente. Esse processo de ensino busca favorecer a interação entre os alunos durante o processo de construção do conhecimento científico, além de proporcionar uma melhor visualização dos fenômenos e das moléculas descritas na aula. De acordo com Ferreira e Pino (2003):

As estratégias metodológicas que enfatizam a importância do uso de modelos para facilitar a aprendizagem têm-se traduzido em significativas contribuições para o entendimento/explicação de fenômenos ocorridos na natureza, bem como das transformações das diferentes substâncias. Desse modo, os estudantes podem buscar explicações científicas para os fenômenos observados cotidianamente. (FERREIRA & PINO, 2003, p.43)

De um modo geral, a maneira como a Química tem sido abordada nas escolas está provavelmente contribuindo para a difusão de conceitos distorcidos junto aos alunos, associando essa disciplina à memorização de teorias, além de não favorecer o estabelecimento de relações com o dia a dia (CARNEIRO, RANGEL & LIMA, 2011).

Assim, com o intuito de promover um melhor entendimento da Química, tem-se buscado alternativas didáticas, como o trabalho com modelos moleculares, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades de representar e visualizar tridimensionalmente diferentes substâncias químicas (CARNEIRO et al., 2011).

De acordo com Ferreira e Justi (2008), um modelo *“pode ser definido como uma representação parcial de um objeto ou ideia e é produzido com propósitos específicos de facilitar a visualização e fundamentar elaboração e teste de ideias”* (FERREIRA & JUSTI, 2008, p.32).

Dessa forma, um modelo não é uma “verdade absoluta” nem pode ser considerado uma cópia fiel da realidade, mas sim uma maneira de representação que se dá a partir das percepções e interpretações de cada pessoa (FERREIRA & JUSTI, 2008).

O uso de modelos moleculares no ensino da Química é *“simples e de grande valia para facilitar o aprendizado, pois apoia a visualização das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõe uma molécula, como também possibilita desenvolver a percepção do arranjo espacial delas”* (Carneiro et al., 2011, p.20).

A construção de modelos moleculares com fins didáticos pode ser feito com diversos materiais. Devem-se considerar alguns aspectos para a construção desses modelos, como a facilidade de manusear os objetos, o custo, a praticidade e a facilidade para visualização do arranjo espacial das moléculas (CARNEIRO et al., 2011).

Esses modelos podem ser construídos utilizando-se materiais alternativos, como balões de festa, canudos de bebidas, arame, dentre outros. Uma opção também bastante viável é a construção de modelos com esferas de isopor, para representar os átomos, e palitos de madeira, para representar as ligações químicas (CARNEIRO et al., 2011). Esta opção, de acordo com Lima e Lima-Neto (1999, p.20) é *“acessível, versátil, com ampla aplicação em Química”*. O professor ao construir seu conjunto de modelos moleculares poderá adaptá-lo da maneira que melhor atenda suas necessidades e perspectivas.

O docente também deve incentivar os alunos a construir seus próprios modelos, buscando assim desenvolver a criatividade e a habilidade manual. Giordan e Góis (2005), ao analisarem pesquisas de outros autores sobre esse assunto, afirmam que:

Estudos têm indicado bons resultados de aprendizagem quando da utilização de objetos concretos como forma de visualização do modelo de partículas. Alguns autores têm observado um efeito cumulativo de longo prazo na compreensão dos estudantes sobre os fenômenos quando são submetidos à manipulação de objetos concretos. Este tipo de visualização é apontado como um dos mais utilizados na atualidade, pois simplifica, ilustra

e permite a exploração da estrutura e do processo químico associado.
(GIORDAN & GÓIS, p.45)

Assim, pode-se evidenciar o potencial e a importância do trabalho envolvendo a construção de modelos no ensino da Química Orgânica. Essa metodologia, associada a um tema ambiental de grande repercussão na sociedade, pode favorecer a ocorrência da fusão de sentidos entre o conhecimento conceitual e sua relação com a utilização dos modelos no contexto da Ciência, contribuindo para a construção de novos conhecimentos.

3. METODOLOGIA

Em termos metodológicos, o presente trabalho se refere a um *estudo de caso* e as atividades dessa pesquisa foram aplicadas a uma turma da 3ª Série do Ensino Médio, contendo 25 alunos de uma escola da rede particular, localizada na cidade de Itapeçerica, Minas Gerais. O tempo utilizado para a execução das atividades foi de 4 horas/aula.

Durante a realização das atividades de construção dos modelos moleculares, quatro alunos faltaram às aulas. Assim, a amostra dessa pesquisa envolverá apenas 21 alunos, sendo que esses foram distribuídos em quatro grupos de trabalho.

Os alunos componentes dos grupos serão identificados com a letra A, seguida de um número de ordem que varia de 1 a 21, distribuído aleatoriamente entre os grupos da seguinte maneira: Grupo 1 (A1, A2, A3, A4, A5, A6), Grupo 2 (A7, A8, A9, A10, A11, A12), Grupo 3 (A13, A14, A15, A16) e Grupo 4 (A17, A18, A19, A20, A21). Além disso, todas as falas transcritas serão apresentadas em itálico, para distinguir das demais ideias do texto.

Nas aulas de Química, os alunos não tinham o hábito de realizar atividades em grupo e nunca haviam construído modelos moleculares. No método de ensino utilizado pelo docente, predominava as aulas expositivas, onde o professor apenas transmitia o conteúdo aos estudantes.

Na ocasião em que esse trabalho foi realizado, os alunos estudavam os ácidos graxos, sabões e detergentes biodegradáveis e não biodegradáveis. Isso colaborou para a contextualização ambiental do trabalho e para o desenvolvimento de uma atividade investigativa que integrasse a Química Orgânica e a construção de modelos moleculares.

Para abordar um tema polêmico e de grande relevância social/ambiental, foi proposto aos alunos à realização de um debate em sala de aula a respeito da poluição dos mananciais aquáticos, considerando o seguinte questionamento: “*Quais as principais substâncias químicas responsáveis pela poluição das águas?*”.

Esse debate teve o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto e a articulação deles em torno dessa temática. As principais ideias apresentadas foram anotadas pelo professor, para uma posterior análise.

Em seguida, os alunos assistiram ao documentário “Os impactos do lixo na natureza”², o qual retrata os impactos do lixo lançado no meio ambiente sem o devido tratamento. O trabalho com esse documentário em sala de aula buscou contextualizar o conteúdo químico estudado e reforçar a conscientização dos jovens a respeito do assunto, sobretudo em relação à poluição das águas.

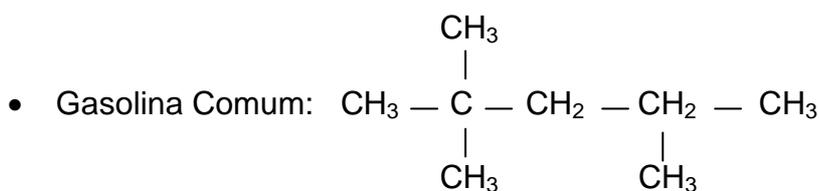
Na sequência, foi proposta uma atividade de caráter investigativo, na qual os alunos discutiram o assunto em questão, pesquisaram sobre o tema e, por fim, construíram modelos moleculares das substâncias orgânicas possivelmente poluentes das águas de superfície.

As estruturas planas das substâncias químicas propostas foram apresentadas no quadro negro, para que a partir delas os alunos pudessem construir suas representações tridimensionais.

É importante ressaltar que o conteúdo relacionado à Geometria Molecular foi estudado pelos alunos na 1ª série do Ensino Médio, além de ter sido revisado pelo professor antes de se iniciar essas atividades.

Após se dividirem em quatro grupos, com o auxílio de esferas contendo diferentes cores, que representavam os átomos (Carbono: Preto, Hidrogênio: Branco e Oxigênio: Vermelho) e palitos de madeira, que representavam as ligações químicas, eles modelaram as seguintes substâncias propostas pelo professor durante a aula:

- Água: H₂O;
- Hexano: CH₃ - CH₂ - CH₂ - CH₂ - CH₂ - CH₃;
- Monoglicerídeo (representando um Lipídio em sua forma líquida, uma vez que a estrutura de um Triglicerídeo é bastante complexa, dificultando sua representação com os materiais envolvidos);



- Etanol: CH₃ - CH₂ - OH;

² O referido documentário poder ser acessado em: http://www.youtube.com/watch?v=ItD7A_Mhwt8.

- Querosene: Foi representado o naftaleno como um dos componentes da mistura de hidrocarbonetos naftalênicos e parafínicos que constituem a mistura;
- Ácido Acético (*Vinagre*): $\text{CH}_3 - \text{COOH}$;
- Éter etílico (Etóxi-etano): $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$;
- Propanona (*Acetona*): $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$.

A seguir (Figura 01), tem-se a foto com as respectivas fórmulas representadas no quadro da sala de aula onde aconteceram as atividades:

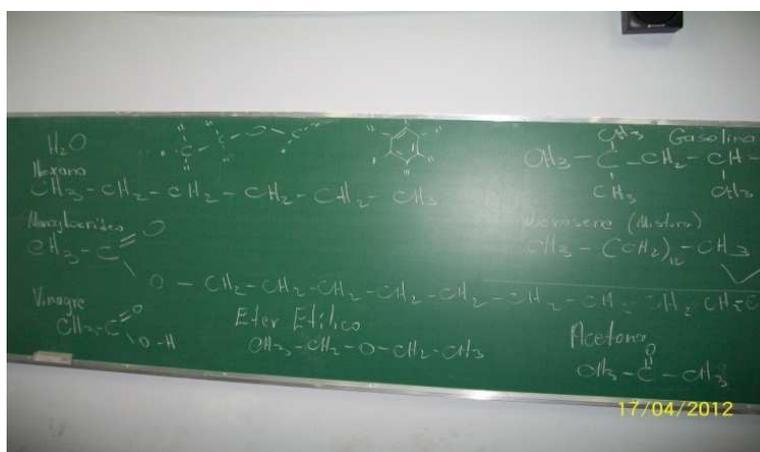


Figura 01. Representação das estruturas planas das substâncias.

Todos os grupos elaboraram modelos para a molécula de água, uma vez que esta é a substância de principal enfoque neste trabalho, sobretudo pelas questões ambientais discutidas inicialmente. Além dela, cada grupo fez os modelos para mais duas outras substâncias dentre as citadas anteriormente, que foram distribuídas aleatoriamente a cada grupo pelo professor.

O grupo 1 construiu modelos para as moléculas do Hexano e do Naftaleno; o grupo 2 para a Gasolina (Isoctano) e a Propanona (Acetona); o grupo 3 o Éter Etílico e o Ácido Acético (*Vinagre*) e o grupo 4 para o Etanol, uma vez que alegaram não conseguirem construir o modelo do Monoglicérideo proposto, considerando que essa é uma molécula de cadeia longa, onde os materiais utilizados não permitiram a sua manipulação sem eventuais rupturas em sua estrutura.

Todo o trabalho em grupo foi registrado por fotografia. Com esses registros, buscou-se apresentar os modelos elaborados nessa atividade aos demais alunos da turma (socialização dos modelos), no momento em que foi realizada a discussão da atividade.

A partir dos modelos obtidos, eles tentaram deduzir a polaridade e a solubilidade de cada uma das duas moléculas modeladas entre si e com a água, levando em consideração os conceitos previamente estudados de eletronegatividade, momento dipolar resultante e de geometria molecular.

Em sala de aula, foram feitos testes de solubilidade entre as seguintes substâncias:

- Gasolina e Água;
- Gasolina e Querosene;
- Gasolina e Éter;
- Éter e Água;
- Éter e Água (utilizando solução de lodo como corante, de modo a facilitar a visualização das diferentes fases).
- Querosene e Propanona, utilizando também uma solução de lodo com o mesmo objetivo destacado anteriormente.

Na Figura 02, destacam-se alguns dos reagentes utilizados em sala de aula para os referidos testes de solubilidade realizados pelo professor.



Figura 02. Substâncias utilizadas no teste de solubilidade.

Após realizarem os testes de solubilidade, cada grupo redigiu um pequeno texto descrevendo as observações experimentais obtidas nos testes. Finalizada esta etapa, cada grupo respondeu a um questionário proposto pelo professor, contendo as seguintes questões:

- Com base nas estruturas planas das moléculas em questão, vocês conseguiram construir seu modelo tridimensional com facilidade? Justifique sua resposta.
- Esta visualização dos modelos moleculares construídos os auxiliaram na dedução da relação entre polaridade e solubilidade? Justifique sua resposta.
- Qual a conclusão do grupo sobre o motivo pelo qual essas substâncias são poluentes e oferecem grande risco ao meio ambiente?
- Esta atividade contribuiu para modificar a sua consciência e atitude em relação à poluição das águas? Em caso afirmativo, de que forma isso aconteceu?

Os vários instrumentos de coleta de dados utilizados (questionário, fotografias, notas de campo do professor) foram reunidos para produzir um estudo de caso do processo de ensino.

Com a análise dos questionários, busca-se verificar como os alunos compreenderam o conteúdo químico ensinado e como estabeleceram relação desse conteúdo com os aspectos ambientais discutidos em sala de aula. Isso será feito considerando as respostas dadas pelos grupos ao questionário aplicado, tendo em vista: a construção dos modelos moleculares, a dedução da polaridade das moléculas e a capacidade destas de se solubilizar ou não em outras substâncias.

Além disso, com base na última pergunta do questionário, será avaliado se a atividade contribuiu para uma maior conscientização dos alunos em relação aos temas ambientais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades se iniciaram com um debate sobre a *Poluição dos Mananciais Aquáticos*, considerando que muitas das substâncias químicas são possíveis poluentes das águas.

Todos os alunos se envolveram ativamente com as discussões realizadas em sala de aula, contribuindo com opiniões relevantes a respeito do assunto. Destacou-se a importância de punições mais severas a quem despreza as leis ambientais, como foi ressaltado na fala de A20. Além disso, A10 enfatizou a necessidade de colocar em prática ações simples, como descartar adequadamente o lixo.

Surgiram no decorrer do debate divergências entre os alunos, no sentido de que alguns deles (A2, A5, A8, A10, A11, A12, A15 e A16) expressaram que as substâncias solúveis na água eram as mais prejudiciais ao meio ambiente. Outros alunos (A1, A3, A4, A6 e A7), por sua vez, julgavam serem mais poluentes os resíduos insolúveis, uma vez que ao serem ingeridos, poderiam causar a morte de animais aquáticos. Os demais alunos participaram da discussão, mas não formalizaram uma opinião sobre essa questão.

No final da discussão, a turma percebeu que tanto os resíduos solúveis quanto os insolúveis poderiam causar sérios danos à diversidade da vida no planeta. Nesse momento, todos os integrantes do grupo 2 começaram a estabelecer relação entre a polaridade e a solubilidade das substâncias químicas, ressaltando que os plásticos não se solubilizam na água por serem moléculas com cadeias de predominância apolares.

Outros resultados merecem ser destacados: alguns alunos (A7, A8, A9, A10, A12, A13, A14, A15, A16) apresentaram conceitos e opiniões corretas sobre o assunto, como o conceito relativo à polaridade, solubilidade e ângulos de ligação entre os átomos das moléculas representadas. Outros demonstraram também ter desenvolvido uma consciência ambiental. É importante destacar que A17 e A20 reconheceram que não contribuem efetivamente para a diminuição da poluição dos mananciais aquáticos, pois no seu dia a dia eles não realizam ações simples, tais como jogar lixo em locais corretos para o seu descarte e separar os materiais a serem enviados para a coleta seletiva. Assim, perceberam que essas atitudes de descaso com o meio ambiente, ainda muito comum na sociedade como um todo, podem gerar poluentes que atingirão os mananciais aquáticos.

No decorrer do documentário sobre a *poluição das águas*, A2, A5, A11 e A6 mostraram-se sensibilizados e ainda mais conscientes sobre a importância da discussão social e ambiental apresentada. Foi possível perceber este fato ao analisar os comentários realizados, tal como o de A2: [...] *coitados desses animais, como conseguem viver com tanto lixo ao seu redor?* Outros também se mostraram indignados com a situação social descrita no documentário, como destacado na fala de A5: [...] *E as pessoas que consomem essa água? Não há qualidade de vida para elas!* Esse comentário sinaliza a preocupação com a população que vive em condições precárias de saneamento básico próximo a mananciais poluídos.

Esta sensibilização também foi percebida na fala de A6: [...] *mas dessa forma o planeta não vai suportar [...]*, mostrando que o aluno tem consciência de que o planeta sofre consequências irreversíveis com tal situação. Na sequência, A11 complementa: [...] *as autoridades deveriam tomar providências mais severas para punir autores de crimes ambientais [...]*. Esse comentário parece retratar a percepção do aluno frente à fragilidade da legislação ambiental ainda em vigor no país.

Durante a realização dessa atividade investigativa desenvolvida pelo professor como uma proposta de ensino alternativa ao que tradicionalmente era feito em sala de aula, todos os alunos se mostraram interessados e participativos, buscando se envolver ativamente com o trabalho. Porém, é importante ressaltar que todos os grupos demonstraram dificuldade ao modelar as substâncias, sendo necessária a orientação/mediação constante do professor durante o processo de elaboração dos modelos. Este fato, segundo Giordan e Góis (2005), relaciona-se a uma expressiva dificuldade dos estudantes em compreenderem os fenômenos químicos no nível submicroscópico, considerando a grande abstração dessas ideias e dos modelos apresentados.

Após o teste de solubilidade, os alunos divididos em grupos redigiram um texto explicativo em tópicos, ressaltando quais substâncias se solubilizariam ou não. Todos os grupos apresentaram respostas muito semelhantes, como destacado a seguir:

- **Gasolina e água:** *Não se solubilizam, porque a gasolina é apolar e a água polar (Grupo 1);*
- **Gasolina e querosene:** *Se misturam, pois ambos são apolares (Grupo 3);*

- **Gasolina e éter:** *Se solubilizam, pois os dois são apolares (Grupo2);*
- **Éter e água:** *Não se solubilizam, uma vez que o éter é mais apolar que a água (Grupo 4);*
- **Iodo, água e éter:** *Iodo se solubiliza com éter e muito pouco com a água (Grupo 4);*
- **Querosene e iodo:** *Se solubilizam, pois ambos são apolares (Grupo 3);*

Na etapa final do trabalho, os alunos responderam a um questionário em grupo. Na primeira questão, os alunos foram indagados se conseguiram construir o modelo tridimensional para as moléculas em questão com facilidade, considerando as estruturas planas que foram apresentadas na aula. Dentre as respostas apresentadas, tem-se que os alunos do:

- Grupo 1 disseram que não, porque primeiramente fizeram uma construção estrutural plana das moléculas. Houve dificuldade em descobrir como eram os ângulos de ligação entre o átomo de oxigênio e os átomos de carbono;
- Grupo 2 também revelaram ter um pouco de dificuldade, uma vez que montaram a cadeia plana e não tridimensional;
- Grupo 3 responderam que não tiveram dificuldade, pois construíram o naftaleno, que por ser semelhante ao anel benzênico, foi considerado mais fácil;
- Grupo 4 responderam ter dificuldade em deixar os átomos de carbono tetraédricos, sendo necessária a orientação do professor, além de não conseguirem modelar o Monoglicerídeo, uma vez que por se tratar de uma cadeia longa, não pode ser manipulada sem rupturas.

É possível verificar que a maioria dos alunos (Grupos 1, 2 e 4) destacou nas respostas ter encontrado dificuldades para construir os modelos moleculares tridimensionais. De acordo com Giordan e Góis (2005), realmente existe uma expressiva dificuldade por parte dos estudantes em compreender a “*representação do nível simbólico, pelo fato de as moléculas serem invisíveis e abstratas*” (GIORDAN & GÓIS, 2005, p.44).

A segunda questão perguntava se os modelos moleculares construídos auxiliaram-nos na visualização dos compostos estudados e na dedução da relação

entre a polaridade e solubilidade das substâncias. Dentre as respostas apresentadas, destaca-se que o:

- Grupo 1 afirmou que sim, considerando que a partir da construção do modelo, foi possível deduzir as partes polares e apolares das moléculas;
- Grupo 2 também disse que sim, uma vez que melhorou a visualização do posicionamento dos átomos em toda a cadeia, permitindo concluir se as moléculas são polares ou apolares. Quanto aos testes de solubilidade feitos, eles conseguiram estabelecer a relação entre a polaridade e solubilidade das substâncias de forma coerente;
- Grupo 3 respondeu que imaginar a definição de polaridade apenas pelos livros didáticos é um pouco inócuo. A análise dos modelos moleculares permitiu a eles compreenderem melhor a ideia de densidade eletrônica, baseado na eletronegatividade dos elementos envolvidos, propiciando-os identificar o que é polar ou apolar. Sabendo a polaridade das substâncias, pela semelhança conseguiram deduzir se elas se solubilizariam;
- Grupo 4 também respondeu que sim, porque a construção das moléculas de forma tridimensional facilitou a visualização dos compostos com suas possíveis interações e, conseqüentemente, a dedução da polaridade.

Portanto, todos os grupos responderam que a visualização dos modelos moleculares os auxiliaram na dedução da relação entre a solubilidade e a polaridade. Esse resultado confirma a posição de outros autores como Lima e Lima-Neto (1999), quando afirmam que o uso de modelos moleculares é uma forma simples e valiosa para facilitar a visualização das ligações químicas entre os átomos das moléculas e de suas interações. Os autores Carneiro et al. (2011, p.20) também afirmam que a *“confecção de conjuntos de modelos moleculares surge como uma ferramenta de grande importância, por facilitar a assimilação e o aprendizado de conceitos que envolvam a geometria molecular, as ligações químicas, dentre outros”*.

Na terceira questão, foi questionada qual a conclusão do grupo sobre o motivo pelo qual essas substâncias são poluentes, oferecendo grande risco ao meio ambiente. Dentre as respostas apresentadas, tem-se que os alunos do:

- Grupo 1 ressaltou que muitas dessas substâncias têm afinidade com água por serem polares. Assim, elas se solubilizam e poluem as águas. Além disso, as substâncias apolares insolúveis na água podem causar danos aos animais daquele ecossistema, além de produzir também a poluição visual;
- Grupo 2 concluiu que as substâncias apolares não se misturam com a água, mantendo uma camada superficial que atrapalha toda a vida sobre a mesma. Ainda causa poluição visual e, geralmente, é mais fácil de ser degradado. Um exemplo é o plástico que vimos no vídeo, que se acumula cada vez mais na superfície do mar;
- Grupo 3 respondeu que com o auxílio do vídeo e o debate estabelecido em sala de aula, foi possível concluir que o plástico é um dos principais poluentes da água, por ser apolar e não se solubilizar, ficando depositado na superfície, o que possivelmente impediria a oxigenação da água, comprometendo a vida aquática. As substâncias polares se solubilizam, deixando a água impura;
- Grupo 4 concluiu, por fim, que os compostos solúveis são extremamente poluentes e, por serem polares, podem causar mais mal aos seres vivos. Porém, são mais fáceis de decompor naturalmente, ao contrário dos apolares, que são fáceis de serem identificados e difíceis de degradarem naturalmente.

É possível verificar que todos os alunos demonstraram ter compreendido que as substâncias polares se solubilizam na água devido à mesma polaridade, poluindo-a. As substâncias apolares, por sua vez, não se solubilizam, mas podem causar muitos danos ao ecossistema aquático. Esse fato indica que os alunos conseguiram estabelecer importantes relações das observações experimentais com os conceitos científicos durante as discussões em sala de aula e no processo de elaboração dos modelos.

Assim, é possível inferir que importantes conhecimentos científicos sobre o assunto estudado foram construídos com a interação estabelecida entre os alunos e a mediação do professor durante a realização da atividade investigativa. Os autores Ferreira e Pino (2003) confirmam esta proposição ao afirmar que o uso de modelos moleculares, com o objetivo de facilitar a aprendizagem, tem trazido inúmeras e

significativas “*contribuições para o entendimento/explicação de fenômenos ocorridos na natureza, bem como das transformações das diferentes substâncias*” (FERREIRA & PINO, 2003, p.43). Giordan e Góis (2005) também afirmam que há a comprovação de bons resultados de aprendizagem quando se trabalha a visualização dos modelos moleculares em sala de aula. Isso pode proporcionar uma compreensão dos estudantes sobre os fenômenos químicos quando são submetidos a atividades deste tipo.

A quarta questão indagou se a atividade realizada contribuiu para modificar a consciência e a atitude em relação à poluição das águas. Dentre as respostas apresentadas, tem-se que o:

- Grupo 1 afirmou que sim, porque através da visualização de tais danos ao ambiente, foi possível se conscientizar sobre as atitudes do dia a dia que parecem não ter a mínima importância, prejudicando muito o meio ambiente;
- Grupo 2 também respondeu afirmativamente, pois o lixo além de ser um grande poluente, não se mistura com a água, formando regiões imensas de verdadeiros lixões de difícil degradação;
- Grupo 3 afirmou que com essa atividade foi possível perceber o problema na perspectiva da Química, capacitando-os a divulgar com mais coerência essas questões para as pessoas de um modo geral;
- Grupo 4 também afirmou que sim, pois com esta atividade foi possível perceber o quanto estes produtos são prejudiciais ao ambiente, nos fazendo refletir sobre a importância de preservá-lo, além de usar os compostos químicos com cautela e consciência.

Sendo assim, todos os alunos, sem exceção alguma, afirmaram ter modificado sua consciência e atitude em relação à poluição dos mananciais aquáticos, o que pode ser notado na resposta dada pelo Grupo 1: “*Através da visualização de tais danos ao ambiente, nos conscientizamos sobre as nossas atitudes que parecem não ter a mínima importância, mas que podem nos prejudicar muito no futuro*”. E também através da resposta do Grupo 4: “*Com essa atividade, pudemos perceber o quanto esses produtos são prejudiciais ao ambiente em que vivemos e nos fez ver o quanto é importante preservarmos o meio ambiente*”.

De acordo com Oliveira (2007), essa conscientização ambiental no espaço escolar é importante, pois pode propiciar a formação de cidadãos conscientes e aptos a atuarem efetivamente na realidade social, de modo comprometido com a vida, buscando assim o bem-estar de cada um e da sociedade como um todo.

Por fim, todo o processo de ensino anteriormente descrito pode ser acompanhado com as fotos apresentadas nas figuras a seguir:



Figura 03. Grupo 01 – Construção do modelo para representar a molécula do Hexano. As esferas pretas representam os átomos de carbono e as brancas os de hidrogênio.



Figura 04. Grupo 01 – Modelo para representar a molécula do Naftaleno.



Figura 05. Grupo 2 – Construção do modelo para representar a molécula do Isoctano (Gasolina). As esferas pretas representam os átomos de carbono e as brancas os de hidrogênio.



Figura 06. Grupo 2 – Modelo para representar a molécula da Propanona (*Acetona*).



Figura 07. Grupo 3 – Construção do modelo para representar a molécula do Éter Etilíco.

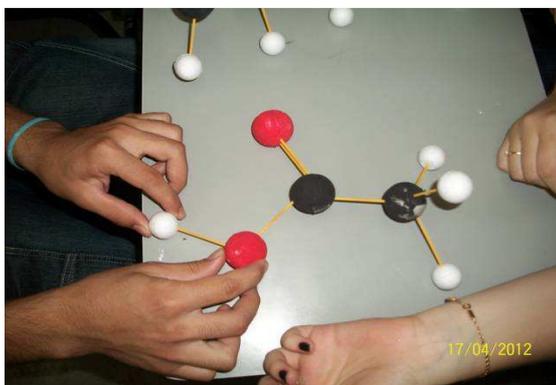


Figura 08. Grupo 3 – Modelo para representar a molécula do Ácido Acético (*Vinagre*).

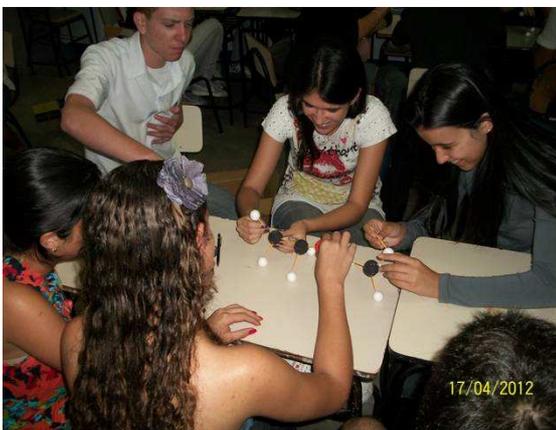


Figura 09. Grupo 4 – Construção do modelo para representar a molécula do Etanol.

5. CONCLUSÕES

O debate ocorrido em sala de aula sobre a *poluição dos mananciais aquáticos* e suas consequências para o ambiente, permitiu a contextualização do conteúdo químico, favorecendo a abordagem dos conceitos relacionados ao tema em questão. Isso ajudou os alunos a perceberem que tanto os resíduos solúveis, quanto os insolúveis, causam sérios danos à diversidade da vida presente nos ecossistemas aquáticos, afetando diretamente o homem.

O vídeo também favoreceu a sensibilização da turma frente aos problemas ambientais e sociais da atualidade³, com especial destaque para a questão da água. Foi salientada também a poluição causada por resíduos industriais e agrícolas despejados em rios, lagos e mares. Isso permitiu que os alunos discutissem sobre a importância de uma legislação ambiental mais severa.

Durante a realização das atividades envolvendo a construção dos modelos para as substâncias orgânicas, os alunos demonstraram certa dificuldade em executar a proposta, necessitando da mediação constante do professor ao longo do processo. Porém, em todas as etapas da atividade eles demonstraram muito interesse e entusiasmo.

Os alunos também demonstraram ter compreendido que as referidas substâncias polares se solubilizam na água, causando sérios problemas de poluição dos mananciais. Embora as substâncias apolares não se solubilizam completamente na água, pela diferença de polaridade existente, elas também podem causar sérios danos ao ambiente aquático.

Este resultado indicou que os alunos adquiriram conceitos científicos relativos aos conhecimentos químicos em estudo, como o de solubilidade e polaridade, através da atividade investigativa realizada. Além disso, eles conseguiram articular esses conhecimentos no momento em que pensaram sobre os problemas ambientais que vem sendo amplamente discutidos nos dias de hoje.

³ De acordo com dados divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU), dois milhões de pessoas, a maioria crianças, morrem anualmente por doenças causadas pelo consumo de água não potável e pela falta de instalações sanitárias. Além disso, 884 milhões de pessoas não têm acesso à água potável de qualidade e mais de 2,6 bilhões não dispõem de infraestrutura básica. O acesso à água potável e limpa e às instalações sanitárias é um direito humano.

Analisando as respostas dos questionários, foi possível constatar que todos os alunos afirmaram ter modificado sua consciência em relação à poluição dos mananciais aquáticos, assumindo atitudes simples no seu dia a dia, tal como não jogar lixo nas ruas. Este resultado também é muito importante, uma vez que indica que a atividade contribuiu para a formação de cidadãos conscientes, críticos e aparentemente preocupados com a preservação do meio ambiente e do bem-estar social.

Dessa forma, os resultados descritos indicam a relevância das atividades investigativas como estratégia alternativa de ensino a ser aplicada em sala de aula, podendo ser usada tanto para se ensinar Química, quanto as demais disciplinas relacionadas às Ciências da Natureza.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DA QUÍMICA

As questões ambientais têm sido cada vez mais abordadas na sociedade e no ambiente escolar, devido à preocupação intensa com as consequências atuais e futuras do planeta (questões relacionadas à *Sustentabilidade*).

Nesse contexto, o tema “*Poluição de Mananciais Aquáticos*” pode ser considerado uma importante possibilidade de abordagem do problema socioambiental em sala de aula do Ensino Médio. Isso porque busca integrar a Química Orgânica, por meio de uma atividade de caráter investigativo, a uma atividade que tenta promover a contextualização/abordagem interdisciplinar.

Ao pensarmos em um ensino de Química que seja significativo e relevante aos alunos, é importante a adoção de uma postura que busca sistematizar ações e aproximar os estudantes do conhecimento científico através da participação ativa em atividades mediadas pelo professor.

Sabe-se que o ensino da Química é visto pelos alunos como abstrato e de difícil compreensão. Esta concepção pode estar associada à memorização, que é o método utilizado ainda por muitos professores. No contexto atual da educação, é desejável que esta realidade seja modificada, a fim de se formar alunos com capacidade de raciocinar, analisar e criticar conteúdos e situações ao seu redor.

Sendo assim, tornar as aulas mais atrativas e acessíveis é uma medida necessária às diversas situações de ensino. Dessa forma, nós, docentes, devemos (re)planejar e adequar nossos métodos de ensino, buscando promovermos a consolidação de uma aprendizagem significativa e coerente as demandas atuais da educação.

Várias abordagens de ensino podem favorecer esse processo, como a construção de modelos moleculares com materiais alternativos, tal como esferas de isopor e palitos de madeira, massa de modelar etc.

Durante a realização da atividade, os alunos puderam perceber que a Química pode ser uma disciplina envolvente, dinâmica, interessante e engajada com a realidade atual, estando (in)diretamente relacionada com os diversos problemas e/ou situações cotidianas, tais como as questões ambientais citadas anteriormente. Além disso, eles tiveram a oportunidade de construir modelos moleculares de

substâncias utilizadas no seu dia a dia, refletirem de forma consciente sobre a atitude em relação à poluição das águas, conforme relatado por eles.

E embora os alunos tenham demonstrado certa dificuldade no processo de construção dos modelos, o que pode ser considerado natural para uma atividade que se realiza pela primeira vez, todos os grupos conseguiram representar tridimensionalmente as moléculas, o que os auxiliaram na dedução da relação entre a polaridade e a solubilidade das substâncias em questão.

O engajamento dos alunos no processo de construção dos modelos moleculares, através de reformulações e testes, com erros e acertos a partir da reflexão e integração de ideias dos componentes do grupo, confere o caráter investigativo à atividade realizada.

É importante destacar também que os alunos avaliaram positivamente a atividade realizada, demonstrando a relevância da atividade para o desenvolvimento da aprendizagem.

Para o êxito da atividade, é fundamental que o professor não julgue como correto ou errado os modelos construídos pelos alunos. Muitas vezes, mesmo que “incorretos”, eles podem estar coerentes com o modelo estrutural que lhes foi fornecido. Assim, é importante estimular os estudantes a refletirem sobre a sua ideia, a fim de encontrarem possíveis erros e aprenderem de um modo significativo com esses eventuais erros. E mesmo em meio a tantas informações, os alunos ainda necessitam do professor para orientar, direcionar e transformar informações em conhecimentos legítimos.

Dessa forma, as possíveis implicações desse trabalho para o ensino da Química Orgânica se relaciona com a tentativa de mostrar que a construção de modelos moleculares apresenta uma forma simples, porém extremamente relevante, para auxiliar na visualização das ligações químicas estabelecidas nos vários compostos, facilitando a assimilação e o aprendizado do conteúdo.

Por fim, a contextualização socioambiental contribuiu para a mediação do conhecimento científico em sala de aula, além de favorecer concretamente no processo de formação de cidadãos críticos e aptos a atuarem e dialogar com as demandas éticas, sociais e ambientais apresentadas pela sociedade contemporânea.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATAIDE, M. C. E. S. & SILVA, B. V. C. As Metodologias de Ensino de Ciências: Contribuições da Experimentação e da História e Filosofia da Ciência. **Revista Holos**, 2011, v.4, p.171-181. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/620/472>. Acesso em: 12/04/2012.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 3.ed, p.19-33, 2010.

CARNEIRO, F.J; RANGEL, J. H. G; LIMA, J, M. R. Construção de modelos moleculares para o ensino de Química utilizando a fibra de buriti. **Revista ACTA Tecnológica**, n.6, v.1, p.18-26, 2011. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/39> Acesso em 04 outubro de 2011.

FERREIRA, M; PINO, J. M. Experimentação e modelagem: estratégias para a abordagem de ligações químicas no ensino médio. **Actascientiae**. 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**, nº 28, p.32-36, 2008.

GEHLEN, S. M; AUTH, M.A; AULER, D; MALDANER, O. A; ARAÚJO, M. C. P. Freire e Vygotsky no contexto da Educação em Ciências: aproximações e distanciamentos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n.2, p.01-20, 2008.

GIORDAN, M. & GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações em torno do desenvolvimento de um construtor de objetos moleculares. **Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa**, Badajoz, v. 3, n. 2, p.41-59, 2005.

GONÇALVES, C. L.; BORGES, E. L.; MOTA, F. V & SCHUBERT, R. *Construção de Modelos Moleculares Versáteis para o ensino de Química utilizando material alternativo e de baixo custo*. In: **XVII Encontro de Iniciação Científica e III Encontro de Pós Graduação**, Universidade Federal de Pelotas. 2007. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CE/CE_01571.pdf> Acesso em 25 de abril de 2011.

LACANALLO, L. F. Métodos de Ensino e de Aprendizagem: uma Análise Histórica e Educacional do Trabalho Didático. **VII Jornada do Histedbr - O trabalho didático na história da educação**. Atas do Evento, Campo Grande, 2007.

LIMA, M. B, NETO, P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. **Química Nova na Escola**, n.22, v.6, p.903-906, 1999.

MOREIRA, M. R. F. TRABALHO, AMBIENTE E SAÚDE: um estudo da relação entre processos produtivos, recursos hídricos e risco à saúde. **Cadernos do Logepa**, João Pessoa. V.1, n.2, p.47-58, 2002.

OTTONI, A. B. A importância da preservação dos mananciais de água para a saúde e sobrevivência do ser humano. In: **20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. v.3. Rio de Janeiro, Anais p.3731-3737, 2009.

SÁ, E. F; PAULA, H. F; LIMA, H. F; AGUIAR, O. G. As Características das Atividades Investigativas segundo Tutores e Coordenadores de um Curso Especialização em Ensino de Ciências. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, Atas do evento, 2007.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE IPATINGA. Programa de Formação Continuada. **Tendências Atuais para o Ensino de Ciências – O Ensino de Ciências por Investigação**. 2011.

TRIPP, D. Pesquisa-Ação: Uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v.31, n.3, p.443-466, 2005.

TRÓPIA, G. Percursos Históricos de Ensinar Ciências através de Atividades Investigativas no Século XX. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atas do Evento, Florianópolis, 2008.

WILSEK, M. A; TOSIN, J. A. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas. **Secretaria de Estado da Educação**, 2009.