



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS-UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA – IQB
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



IQB-UFAL

LUCIANA DOS SANTOS CAMPOS

**ESTEREOQUÍMICA: UMA ANÁLISE DO CONTEÚDO DIDÁTICO ABORDADO NOS
LIVROS DO ENSINO MÉDIO E PROPOSTAS DE MATERIAIS COMPLEMENTARES**

Maceió – AL
Novembro 2018

LUCIANA DOS SANTOS CAMPOS

**ESTEREOQUÍMICA: UMA ANÁLISE DO CONTEÚDO DIDÁTICO ABORDADO NOS
LIVROS DO ENSINO MÉDIO E PROPOSTAS DE MATERIAIS COMPLEMENTARES**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Química e Biotecnologia – IQB, da
Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como
parte dos requisitos para obtenção de grau de
Licenciatura em Química, sob orientação do
Prof. Dr. Dimas José da Paz Lima**

**Maceió – AL
Novembro 2018**

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCIANA DOS SANTOS CAMPOS

ESTEREOQUÍMICA: UMA ANÁLISE DO CONTEÚDO DIDÁTICO ABORDADO NOS LIVROS DO ENSINO MÉDIO E PROPOSTAS DE MATERIAIS COMPLEMENTARES

Trabalho de Conclusão de Curso submetido aos membros da banca examinadora do Curso de Química Licenciatura na Universidade Federal de Alagoas e aprovado em __/__/__

Orientadora Professora Dr. Dimas José da Paz Lima

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Francine Santos de Paula

Prof^a. Dr^a. Jadriane de Almeida Xavier

Maceió/AL

2018



ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TCC - IQB

1. Data da apresentação do TCC: 29 de novembro de 2018

2. Aluno / matrícula: Luciana dos Santos Campos

3. Orientador(es) / Unidade Acadêmica:
Dimas José da Paz Poima / IQB

4. Banca Examinadora (nome / Unidade Acadêmica):

Dimas José da Paz Poima (Presidente)	Nota: 9,0
Francine Santos de Paula (1º avaliador)	Nota: 9,0
Jadriane de Almeida Xavier (2º avaliador)	Nota: 9,0
(3º avaliador)	Nota:

5. Título do Trabalho: ESTEREOQUÍMICA: uma análise do conteúdo didático, de alguns livros do ensino médio e propostas de materiais complementares

6. Local: IQB

7. Apresentação: Horário início: 09:36 Horário final: 10:38
Arguição: Horário início: 10:39 Horário final: 11:37

8. Nota final: 9,0 (nove inteiros)

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 62 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca por 58 minutos, tendo como resultado:

APROVADO

APROVADO COM RESTRIÇÕES – mediante modificações no trabalho que foram sugeridas pela banca como condicional para aprovação.

NÃO APROVADO.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:

Maceió, 29 de novembro de 2018.

Presidente: Dimas José da Paz Poima
1º Avaliador: Francine Santos de Paula
2º Avaliador: Jadriane de Almeida Xavier
3º Avaliador:
Candidato: Luciana dos Santos Campos

DEDICÁTORIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por ter sempre me guiado e ter permitido mais uma conquista na minha vida. E à memória de minha querida mãe Lúcia Campos a qual me inspiro para superar e vencer todos os obstáculos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre estar ao meu lado ao longo de minha caminhada.

Agradeço a minha família por toda compreensão e paciência, em especial meu esposo Ramon Souza, meu filho Igor Souza e minha tia Enaura Lins.

Agradeço ao meu orientado Prof. Dr. Dimas José da Paz Lima pelo suporte e dedicação que disponibilizou para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos de graduação em especial a Ivyane Alves, Madalena Silva, Andreza Gonçalves, Gebson Correa, Rafael Silva e Sandro Souza.

As minhas amigas de trabalho Edilma Binas, Adriana Soares, Telma Pereira e Claudio Cabral ao qual eu sempre pude contar.

A todos que de certa forma direta e indiretamente cooperaram para a realização desse sonho.

ESTEREOQUÍMICA: UMA ANÁLISE DO CONTEÚDO DIDÁTICO ABORDADO NOS LIVROS DO ENSINO MÉDIO E PROPOSTAS DE MATERIAIS COMPLEMENTARES

RESUMO

O ensino tradicional, é visto como algo ultrapassado, o aluno não deve mais ser visto como ouvinte passivo das informações que o professor expõe. Diante das tecnologias existentes, que o aluno tem ao seu dispor, o professor deixou de ser o detentor do “saber” e passou a ser um facilitador e articulador, esse perfil profissional exige dele um posicionamento de forma diferenciada de desenvolvimento social, político e humano. Uma vez que o ensino é centrado em conceitos científicos, a contextualização possibilita a correlação dos conteúdos e a realidade dos alunos. Os livros didáticos acompanham essas mudanças que vem ocorrendo no contexto atual, por influenciar diretamente na qualidade do ensino, visto que a sua utilização aproxima os estudantes ao conteúdo a ser explorado, além dele a utilização de recursos didáticos contribui para que o professor desenvolva em suas aulas a participação dos alunos, bem como habilidades, criatividade e motivação. A disciplina da Química por ser abstrata, causa repulsa para uma boa parte dos estudantes, que não conseguem compreendê-la, fato esse que se relaciona com métodos de ensino voltado à memorização, que o professor não utiliza uma metodologia mais atraente, que proporcione a interação do mundo científico, com o cotidiano do aluno. A compreensão da estereoquímica apresenta bastante dificuldade visto que requer uma visão tridimensional dela. Esse trabalho tem como objetivo analisar como esses aspectos estão sendo abordado no livro didático, dispor dessa abordagem, e fazer levantamento de complementos que facilitem o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-Chave: Educação, Livro didático, Estereoquímica

STEREOQUÍMICA: AN ANALYSIS OF THE TEACHING CONTENT ADDRESSED IN THE MIDDLE SCHOOL BOOKS AND PROPOSALS FOR COMPLEMENTARY MATERIALS

ABSTRACT

Traditional teaching is seen as something out of date, the student should no longer be seen as a passive listener of information that the teacher exposes. Faced with the existing technologies that the student has at his disposal, the teacher is no longer the holder of the "knowledge" and has become a facilitator and articulator, this professional profile demanded of him a position of differentiated form of social, political and human development. Since teaching is centered on scientific concepts, contextualization makes it possible to correlate the contents and the reality of the students. The textbooks accompany these changes that are occurring in the current context, as they directly influence the quality of teaching, since their use the students to the content to be explored, besides it the use of didactic resources contributes to the teacher to develop in his classes the participation of the students, as well as abilities, creativity and motivation. The discipline of chemistry, because it is abstract, is repugnant to a good part of the students, who cannot understand it, a fact that relates to methods of teaching aimed at memorizing, that the teacher does not use a more attractive methodology that provides the interaction of the scientific world with the daily life of the student. The understanding of stereochemistry presents considerable difficulty since it requires a three-dimensional view of it. This work aims to analyze how these aspects are being approached in the textbook, to have this approach, and to make a list of complements that facilitate the teaching-learning process.

Keywords: Education, Textbook, Stereochemistry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de isômeros e suas propriedades	30
Figura 2: Isômeros e suas divisões.....	30
Figura 3: exemplos de isômeros constitucionais.....	31
Figura 4: rotação livre no 1,2-dibromoetano e rotação impedida no 1,2-dibromoeteno.....	32
Figura 5: Representação da condição para a diastereoisomeria.....	32
Figura 6: Representação do propeno.....	33
Figura 7: Representação da estrutura cíclica dos isômeros geométricos 1,2 dimetilciclopropano.....	33
Figura 8: Condição para ocorrer isomeria <i>cis-trans</i>	34
Figura 9: representação dos isômeros <i>E/Z</i>	34
Figura 10: Imagem especular não sobreponível.....	35
Figura 11: representação da molécula do ácido láctico	35
Figura 12: carbono assimétrico no ácido láctico.....	36
Figura 13: Esquema representativo da luz não polarizada.....	37
Figura 14: Luz polarizada.....	37
Figura 15: moléculas com dois centros assimétricos.....	38
Figura 16: representação das formas estruturais dos isômeros.....	39
Figura 17: fórmulas estruturais dos enantiômeros do aspartame.....	40
Figura 18: polarímetro de Biot.....	40
Figura 19: Cristais derivados do ácido tartárico (+) e (-)	41
Figura 20: arranjo espacial do tipo tetraédrico.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Livros didáticos - análise do conteúdo estereoquímica.....	22
Tabela 2: análise dos livros didáticos	28
Tabela 3: Propriedades físico-química dos enantiômeros do ácido láctico.....	36

LISTA DE SIGLAS

ENEM - Exame Nacional de Ensino Médio

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

QNEsc- Revista Química Nova na Escola

PNLD -Programa Nacional do Livro Didático

MEC- Ministério da Educação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	13
3. REVISÃO DE LEITURA	15
3.1. O uso de recursos didáticos para o ensino de química	15
3.2. O papel do professor diante dos desafios encontrados	20
4. OBJETIVO	21
4.1. Objetivos Gerais	21
4.2. Objetivos Específicos	21
5. ANALIZE DO ASSUNTO DE ESTEREOQUÍMICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA ORGÂNICA DO ENSINO MÉDIO	21
6. PRINCIPAIS TÓPICOS ABORDADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS SOB TEMA ESTEREOQUÍMICA	29
6.1. Conceitos e Classificação de Isomeria	29
6.2. Isomeria Constitucional (Isomeria Plana)	31
6.3. Estereoisomeria	31
6.4. Diastereoisômeros em Compostos Acíclicos	32
6.5. Diastereoisomeria <i>cis-trans</i> compostos cíclicos	33
6.6. Enantiômeros e plano de simetria	35
6.7. Enantiômeros e assimetria molecular	35
6.8. Enantiômeros e presença de um carbono quiral	36
6.9. Polarização da Luz	37
6.10. Nomenclatura de Enantiômeros: Sistema <i>R, S</i>	38
6.11. Quiralidade e atividade biológica	39
6.12. História da estereoquímica	40
7. COMPLEMENTAÇÃO AO CONTEÚDO DE ESTEREOQUÍMICA DADO EM SALA DE AULA	42
7.1. Brincoquímica: Uma ferramenta Lúdico-Pedagógica para o Ensino de Química Orgânica	43
7.2. Rotação de Luz Polarizada por Moléculas Quirais: Uma abordagem histórica com Proposta de Trabalho em sala de aula	43

7.3. Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o Ensino/Aprendizagem de Estereoquímica	43
7.4. Aprendendo os Conceitos Fundamentais de Isomeria a partir de uma Atividade Lúdica	44
7.5. Uma Proposta de Atividades Didáticas para o Ensino de Estereoquímica.....	44
7.6. O fenómeno da Quiralidade.....	44
7.7. Fármacos e Quiralidade	44
7.8. O desenvolvimento de um Polarímetro Didático para o Ensino da Isomeria Óptica	45
7.9. Ensino de Estereoquímica: Construção e Aplicação de um Modelo em sala de aula	45
7.10. Desenhando Isômeros Ópticos	45
7.11. O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização.....	45
7.12. Vladimir Prelog e a Estereoquímica das Moléculas Orgânicas – Um Centenário de Nascimento	46
7.13. Uma proposta para o ensino de estereoquímica cis/trans a partir de uma unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e de uso de Modelagem Molecular	46
7.14. A importância Farmacêutica de Fármacos Quirais.....	46
7.15. Estereoquímica no Ensino Superior, historicidade e contextualização em livros didáticos de Química Orgânica.....	47
7.16. Medicamentos Quirais: da dimensão química à discussão política.....	47
7.17. Construção de Modelos Moleculares com Material Alternativo e sua Aplicação em aulas de Química	47
7.18. Uso de um software de Construção de modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica: Um Estudo de caso na Teoria de Mediação Cognitiva.....	48
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
9. REFERÊNCIAS	50
10. ANEXO.....	54

1. INTRODUÇÃO

A química por estar presente em nosso cotidiano, torna-se imprescindível para que os estudantes tenham o mínimo de conhecimento para poder participar ativamente na sociedade. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) “a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania”, pontuando a importância do ensino da química em desenvolver a capacidade do aluno em participar criticamente das questões sociais.

De acordo com as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL,2006, p. 109) “a proposta apresentada para o ensino de Química nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos.” Que durante algum tempo o Ensino de Química tem sido praticado de forma mecânica, aumentando as dificuldades apresentadas pelos alunos na construção do conhecimento, afetando seu interesse na investigação dos fatos. E segundo também as Orientações Curriculares Nacionais (2006) devem ser possibilitadas aos estudantes “a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”

A preocupação em melhorias para o ensino da química está voltada em reflexões metodologias adotadas na transmissão do conteúdo que segundo as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006, p. 107) para o ensino médio “o ensino praticado nas escolas não está propiciando ao aluno um aprendizado que possibilite a compreensão dos processos químicos em estreita ligação com o meio cultural e social natural”, isso deve-se ao fato dos professores não possuírem um domínio mais dinâmico na elaboração das suas aulas.

Há uma série de contribuições voltada para o melhoramento do papel social no ensino da química como as presentes nas Orientações Curriculares Nacionais (2006, pág. 108), publicações em revistas de educação em ensino, tal como a revista Química Nova na Escola (Qnesc), realizações de encontros regionais e nacionais para a melhoria da educação e projetos desenvolvidos sobre o ensino da química em Instituições de Ensino Superior.

Apesar das inúmeras contribuições encontradas, muitos professores têm dificuldades em transmitir assuntos que se apresentam de forma abstrata exigindo uma maior percepção por parte dos alunos. Isto pode ser observado no ensino do tópico estereoquímica que apresenta uma dificuldade no processo de ensino-aprendizagem pela dificuldade da visualização espacial dos arranjos estruturais tridimensional (CHACON; DE SOUZA ;2016).

As dificuldades apresentadas no assunto de estereoquímica estão relacionadas a forma que os professores administram suas aulas e a falta de recursos encontrados para o uso de ferramentas que contribuem para a compreensão deste tópico. O uso de ferramentas como: atividade lúdica, jogos, vídeos, textos e modelos moleculares, podem facilitar o ensino-aprendizagem, auxiliando no entendimento de vários conteúdos da química.

Dessa forma, devido a relevância do estudo de estereoquímica no ensino médio e a problemática em transmitir de forma eficaz aos estudantes, buscou-se direcionar algumas propostas que facilitem a transmissão do conteúdo baseado em levantamento de artigos relacionados ao ensino de estereoquímica que obtiveram êxito em sua aplicação.

2. JUSTIFICATIVA

A Química é considerada por muitas pessoas, uma matéria de difícil compreensão, por apresentar características de uma ciência exata, com suas formulas e cálculos. O professor tem um papel fundamental de mostrar ao aluno que a química não está restrita dentro da sala de aula. Ao conseguir fazer essa dinâmica ele faz com que haja uma aproximação com a disciplina permitindo uma relação entre eles. Relação essa que é atribuída quando os alunos começam a dá significado ao conteúdo proposto.

Para Chacon e Souza (2016) há uma disposição em conhecer aquilo que se julga necessário sendo armazenado mentalmente, o que não é considerado importante é descartado. Atribuir significado a essa ciência é um dos principais fundamentos para o entendimento da mesma. A estereoquímica é um tema que se faz necessário esse atributo para que se tenha uma boa compreensão do que se é abordado dentro desse contexto. Devido a sua complexidade, trabalhar com temas que remeta ao estudante identificar possíveis pontos voltado a sua realidade, vai permitir que o aluno tenha um melhor aproveitamento desse conteúdo. Visualizar elementos tridimensionais não é de fato fácil, alguns professores admitem, não fazer um aprofundamento maior dessa ciência durante a sua exposição dentro da sala de aula, devido as dificuldades que os estudantes apresentam, na aquisição do conhecimento científico. Para Raupp e Del Pino (2013) o estudo da estereoquímica tem sido discutido a décadas, essa questão da visualização da transposição de moléculas bidimensional em tridimensional é um dos fatores apontados por causar nos alunos falta de habilidades na resolução de problemas estereoquímicos.

Diante da facilidade em se obter informação que possam facilitar uma melhor abordagem do tema proposto, a alternativa de trabalhar com a estereoquímica de forma superficial, faz desmerecer toda a trajetória que o desenvolvimento da educação vem proporcionando, ao longo

do tempo. O professor tem acesso a recursos didáticos que podem contribuir para uma aprendizagem. O livro didático é um desses recursos que facilitam bastante o dia a dia na sala de aula com fazer educacional, por ser um material com bastante foco, voltado com as necessidades do aluno, proporcionando um processo de ensino e aprendizagem mais coerente. (COSTA; LIMA; SANTOS,

Ao adotar um livro didático tem que se pensar o que ele possui, o que pode proporcionar aos alunos quanto sujeito participante e ativo, verificar a sua linguagem, abordagem e aprofundamento do tema. Bem como o que esse livro pode trazer de complementações que possam ser desenvolvidas durante a aquisição do conhecimento, pois cada livro didático foi desenvolvido com uma concepção diferente, e ter esse discernimento vai proporcionar ao professor a utilização desse livro de forma mais adequada. Por fazer uma ligação direta ao aluno com o conteúdo, a leitura desse livro didático deve ter sido feita, uma transposição capaz de comunicar o conhecimento científico. O livro didático serve como auxílio ao professor em conjunto com as metodologias que serão adotadas.

Levando em consideração que o livro didático representa um instrumento de apoio ao trabalho do professor e, além disso, são considerados importantes meio de pesquisa, estudo e leitura para os alunos, é indispensável que a escolha dos livros didáticos pelos professores seja realizada de forma criteriosa, pautada a coerência e à educação da abordagem teórica- metodológica, conjunto de conhecimentos e habilidades voltadas a compreensão do mundo material das suas diferentes dimensões (COSTA; LIMA; SANTOS, p.3).

A importância da escolha que o livro didático possui dentro do espaço escolar, fica evidente através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que é um programa destinando a avaliar e disponibilizar obras didáticas. O Ministério da Educação (MEC) faz uma pré-seleção para ajudar o professor a escolher os melhores professores do ensino básico e universitários, para a produção desses livros, e através de critérios rigorosos de avaliação esses livros são disponibilizados ao professor para escolher o qual melhor se adequa a realidade da sua escola e seus alunos. É um progresso educacional que abrange escolas públicas do país, que impulsionam uma educação de qualidade, já que é direito do cidadão fazer uso desse material, que é um recurso de grande relevância para o ensino.

Ao analisar um livro didático o professor deve ter as observações em compreender o contexto em que ele está inserido, conhecer os seus alunos, e as necessidades que possuem. O livro não é diferenciado para determinado tipo de aluno. Cabe ao professor escolher o que mais se adequa a sua realidade. Essa análise do livro didático é importante pois permite que o professor adquira um instrumento mais adequado para ser utilizado por ele e pelos alunos. Aliados a outros recursos que possam dar complementos ao ensino, facilitando uma compreensão maior do tema proposto.

É importante ressaltar que o livro didático deve ser uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, e não o orientador principal do programa de ensino, pois ele foi pensado de maneira a atender o objetivo do programa educacional. A fonte de conhecimento deve ser atribuída ao professor que tem formação e capacitação para isso, além de buscar outras fontes que acrescentem de forma positiva uma educação eficaz.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O uso de recursos didáticos para o ensino de química

Durante algum tempo o ensino era abordado de forma tradicional onde o professor era o mediador e o aluno apenas o receptor. Atualmente esse contexto de ensino, vem sendo aprimorado a partir de novas ferramentas pedagógicas que vêm apresentando um avanço positivo no ensino-aprendizagem. As metodologias encontradas em artigos científicos pontuam a utilização de uma didática voltada a participação direta dos alunos, diferenciando daquelas aulas tradicionais que durante muito tempo foi sendo utilizada.

As aulas tradicionais que visava a memorização ou repetição se contrapõe a aprendizagem significativa, que incorpora o conhecimento do aluno com informações nova, contribuindo para que se tenha uma disposição em investigar fatos, desenvolvendo sua capacidade de assimilação de nova aprendizagem. Segundo Pelizzari et al, (2002) que se fundamenta na teoria de Ausubel, demonstra três vantagens da aprendizagem significativa em relação a aprendizagem por memorização.

“Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez que esquecida, facilita a aprendizagem seguinte – a “reaprendizagem”.” (PELIZZARI, et al., p.39, 2002)

Tornar o ensino de química interessante é um desafio para os professores dessa disciplina, que pela a quantidade de conteúdos que devem ser trabalhados, durante o ano letivo, apresentam dificuldade em fazer uso de alguns recursos pedagógicos que facilitaria aprendizagem dos alunos. Dificuldades essas que ficam aparente com o constante crescimento de novas tecnologias, e a falta de atualização desses profissionais (DA SILVA, 2011).

Os professores devem possuir um conhecimento teórico e metodológicos atualizados, necessitando de leitura e conhecimento que tornem as aulas produtivas. O docente tem o desafio de acompanhar as descobertas científicas, e introduzi-las ao cotidiano do aluno, isso requer um conhecimento tecnológico e pedagógico para a melhoria de sua profissão (DE SOUZA, 2007).

A deficiências de alguns professores em desenvolver um trabalho mais eficaz para o ensino de química, estar relacionado com a sua graduação, que com os avanços de novos conceitos, seus estudos posteriormente a sua graduação acabam ficando defasado, para não ocorrer essa deficiência a formação continuada proporciona ao professor uma maior possibilidade de desenvolver uma aprendizagem significativa. Lima (2012) descreve que “há uma necessidade de modificação de licenciatura em Química, para que o ensino venha a torna-se eficiente, assim como nos métodos nos ensinos de ciência”

Esses desafios encontrados pelo educador não devem ser desestimulantes, e sim motivador para que possa trabalhar em conjunto com o conhecimento científico e social. O professor deve estar bem preparado, para poder utilizar recursos didáticos, pois não havendo essa harmonia o intuito da aprendizagem fica prejudicado (DE SOUZA, 2007)

O educador ao empenhar-se na educação e instrução de seus alunos, de modo que esses alunos possuam conhecimento e habilidades e sejam capazes de enfrentar os desafios que a vida lhe impõe, demonstra responsabilidade que ele tem com a educação (LIBÂNEO; 2000).

Os recursos didáticos têm por finalidade auxiliar o educador na aquisição do conhecimento pelos seus alunos, o diálogo entre eles, incentivar os alunos a terem um papel mais ativo no que se refere a aprendizagem, ao invés de ficar esperando passivamente, o desenvolvimento de atividades que fará com que eles “aprendam a aprender”. Diante das

tecnologias existentes, os professores têm autonomia para procurar alternativas que atendam as expectativas, procurar as mais interessantes que possam ser desenvolvidas na sala de aula, com intuito da interação, participação e agregar conhecimento (LIMA, 2012).

Os recursos didáticos vêm sendo aprimorado desde o século XVIII, com questionamentos sobre o processo de ensino, Rousseau (1727-1778) seria o pioneiro para o pensamento de uma nova escola, atribuindo a esse fato a valorização do jogo, trabalho manual e a experimentação direta das coisas. Surgindo a partir dessas concepções de educação, as propostas de Pestalozzi (1746-1827) que “acreditava que uma educação seria verdadeiramente educativa se proviesse da atividade dos jovens”. A partir dessas ideias e ações o desenvolvimento para uma “escola ativa” foi sendo construída (DE SOUZA, 2007).

Os PCN+ defendem o uso e a diversificação de matérias e recursos didáticos que auxiliam na educação dos alunos, demonstram algumas ferramentas que podem ser utilizadas:

“[...]dos livros didáticos aos vídeos e filmes, uso do computador, jornais revistas, livros de divulgação e ficção científica e diferentes formas de literatura, manuais técnicos assim como peça teatrais e música dão a maior abrangência ao conhecimento, possibilitando a integração de diferentes saberes sobre assuntos do mundo contemporâneo. [...]”
(BRASIL, p.2015)

A utilização dos recursos didáticos contribui para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, e sua participação nessas atividades possa desenvolver habilidades, que ajudará ao professor a pôr em prática suas aulas. Porém o mau uso desses recursos traz prejuízos no processo de ensino- aprendizagem, por isso ao desenvolver uma atividade diferenciada deve se ter um conhecimento adequado da metodologia que vai ser empregada, e da sua finalidade. (CUNHA, 2012)

Algumas estratégias para contemplar o conteúdo além da exposição oral, podem ser utilizadas como, o uso de vídeos, experimentos, jogos, atividade extraclasse, a interdisciplinaridade, entre outros, que colaboram para uma melhor compreensão do assunto, essas atividades são desenvolvidas em conjunto com professor e o aluno, sob a orientação do educador.

Fernandes e Freitas-Reis (2016), usaram essas estratégias didáticas, em aulas com intuito de inclusão para alunos surdos, foram trabalhados os assuntos balanceamento de equação química e de estequiometria, buscou-se trabalhar de forma que fosse explorado a visualização

dos surdos, com experimentação, a produção de desenhos, uso de analogias, e matérias concretos como bolinhas de isopor, massinha de modelar e palitos. Foi verificado o quão é eficiente a visualização aliada a experimentação, alcançando os objetivos a qual foi destinado.

Aplicação de um mapa conceitual e de quebra-cabeça, foram os materiais alternativos trabalhados no ensino da Tabela Periódica, desenvolvidos por Fialho, Filho e Schmitt (2018). Que a princípio, pelos dados obtidos, apresentou um grau de dificuldade, que foi considerado 'positivo, pois levou o estudante a pensar e trocar ideias com colegas para construir seu conhecimento, promovendo um aprendizado expresso e produtivo.

O uso de atividade lúdica aplicada a palavras cruzadas, como estratégia pode ser evidenciado no trabalho do Filho et al, (2008), permitindo aos alunos revisarem ou exercitarem os conceitos relacionados ao ensino da Teoria Atômica, momento esse que contribui, para relação professor aluno, houve troca de experiência, interações entre alunos e promoveu a motivação. O uso de palavras cruzadas mostrou ser um mecanismo favorável ao ensino aprendizagem.

Na estereoquímica não é diferente o desenvolvimento de novas metodologias, aparece em inúmeras contribuições no ensino, em diferentes contextos desde a experimentação, modelos moleculares, sequência didática, desenhos, jogos, uso de software, entre outros que facilitam o aprendizado significativo.

O desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática foi o trabalho apresentado por Chacon e Souza (2016), para o ensino de Estereoquímica, dividido em etapas, primeiro foi elaborado um questionário levantando as concepções prévias dos estudantes. Logo após houve a problematização a partir da exibição e discussão de um vídeo sobre fármaco, em sequência uma pesquisa bibliográfica sobre articulação de compostos que apresentam isomeria espacial. No quarto momento aplicação do conteúdo, no quinto se fez uso de um software, na sexta etapa foi efetuada com experimento e a última etapa a socialização do projeto de pesquisa em uma Feira de Ciência. No decorrer da atividade desenvolvida, os autores podem perceber que houve uma aprendizagem do conteúdo químico de forma prazerosa e eficiente, indicando que aprendizagem significativa obteve sucesso.

Desenhando Isômeros Ópticos foi a estratégia didática que Rezende, Amauro e Filho (2016) aplicaram, para desenvolver o conteúdo de estereoquímica, criando uma representação de estereoisômeros em suas formulas de projeção em perspectiva e de Fischer, elaboradas utilizando-se o software, e impressas em folha A4 e em transparência, para que os alunos pudessem visualiza-las. Para obtenção dos resultados foi aplicado um questionário, que obteve resposta satisfatória, e que a metodologia utilizada cumpriu com seu propósito, já que auxiliou os alunos a compreenderem o conteúdo.

Cunha (2012) cita em seu artigo um breve histórico sobre a educação lúdica, com a utilização de jogos no ensino, onde pode ser evidenciado de forma positiva seu uso. Estabelecendo a importância dos jogos no contexto atual da educação. Também diferencia o jogo educativo do jogo didático identificando que:

“[...]O primeiro envolve ações ativas e dinâmicas, permitindo amplas ações na esfera corporal, cognitiva, afetiva e social do estudante, ações essas orientadas pelo professor, podendo ocorrer em diversos locais. O segundo é aquele que está diretamente relacionado ao ensino de conceitos e/ou conteúdo, organizado com regras e atividades programadas. [...]” (CUNHA,2012)

Lima e Souza (2017) também relata que muitos pesquisadores na área de química fala que o jogo pedagógico tem se tornado uma importante ferramenta, citando autores como, Soares e Carvalho (2006), Crute e Myes (2007) e Costa (2007) utilizam os jogos pedagógicos como ferramenta para o ensino e que obtém um grande êxito em relação aos alunos, há um interesse maior no conteúdo um aumento significativo em participação, podendo o professor melhor observar as dúvidas e identificar possíveis erros e corrigi-los.

A atividade lúdica possui uma função educativa, que incorpora a aquisição de conteúdo, mediada pelo professor, proporcionando aos estudantes de modo diferenciado de aprendizagem de conceitos, segundo Melo (2005, apud FILHO et al. 2015) o lúdico é uma ferramenta que o professor oferece alternativas para que o conhecimento seja construído. Onde o jogo só será didático se alcançar objetivos relacionados aos conteúdos escolares ao contrário será apenas entretenimento (LIMA; SOUZA, 2017).

A atividade lúdica pode ser um grande artifício como facilitador dos conceitos químicos, animando os alunos a procurar respostas para a atividade desenvolvida, há uma interação entre eles e o docente que consegue identificar as dificuldades existentes em relação ao conteúdo (FILHO, et al, 2008). Os jogos no ensino de química devem apresentar regras bem definidas, possibilitando estimular habilidades cognitivas nos alunos.

3.2 O papel do professor diante dos desafios encontrados

O ensino de química no nível médio é citado por muitos alunos como uma das disciplinas mais difíceis e complicadas de estudar, devido a sua complexidade o que acaba por dificultar o processo de ensino-aprendizagem. Assim, muitas vezes os alunos não conseguem aprender de forma substancial, não são capazes de associar o conteúdo estudando com seu cotidiano, isso deve-se ao fato da química ser vista de forma abstrata, acarretando uma falta de interesse e motivação com a disciplina de química.

Grande parte do desinteresse dos alunos é decorrente das metodologias aplicadas na sala de aula, alguns professores não alternam as aulas tradicionais com outras metodologias mais atraentes que tornem a transmissão do conteúdo mais agradável. O professor parece não saber estimular e incentivar o aluno a estudar Química. Parte também da desmotivação do professor está atrelada ao o desinteresse dos alunos que não estudam os conteúdos que são passados em sala de aula, outro fator importante e o baixo salário dos professores.

Os PCNs (BRASIL, 1997) funcionam como busca de uma melhoria da qualidade da educação brasileira, sugerindo:

“[...] A busca da qualidade impõe a necessidade de investimento em diferentes frentes, como a formação inicial e continuada de professores, uma política de salários dignos, um plano de carreira, a qualidade do livro didático, de recursos televisivos e de multimídia [...]” (Brasil, PCN,1997)

Diante das dificuldades encontradas torna-se grande responsabilidade do professor mudar esse quadro buscando melhorias para o ensino de química. Fazendo uma reflexão sobre o que ensinar e como ensinar, conciliar as atividades práticas com o conteúdo teórico.

As aulas tradicionais tornaram-se umas das alternativas pouco produtivas para o ensino da química. Para Rozendo (1995), numa perspectiva tradicional, absorve e reproduz fielmente o conteúdo da matéria não sendo inserido no contexto histórico, político e social, acarretando em um aluno pouco participativo, distanciando de uma abordagem criativa da realidade. Ainda segundo Rozendo aponta que uma abordagem problematizadora, valoriza uma ação grupal ocasionando em uma mudança significativa e diferente da abordagem tradicional, O homem é inserido em um contexto histórico, tornando-se capaz de refletir e agir sobre a realidade.

Para Libâneo (2002) os professores precisam entender os interesses de ordem social, política, econômica e cultural, que estão sempre em mudança já que acompanham a ação humana,

e determina que os professores cabem “assegurar os alunos um sólido domínio do conhecimento e habilidades, o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais de pensamento independente crítico e criativo.” (LIBÂNEO, 2004)

O contexto atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões e seja responsabilizado por isso. Para isso, faz-se necessário uma prática educativa adequada as necessidades sociais, políticas econômicas e culturais da realidade brasileira que considere os interesses e a motivação dos alunos e garanta a aprendizagem essenciais para a formação de cidadãos.

4. OBJETIVO

4.1 Objetivos gerais

Analisar o conteúdo de estereoquímica abordado em alguns livros didáticos do ensino médio pontuando os principais tópicos e suas abordagem bem como fazer um levantamento de artigos relacionados a essa temática.

4.2 Objetivos específicos

- * Analisar o capítulo de estereoquímica dos livros didáticos do ensino médio.
- * Realizar um panorama geral de como se dá o conteúdo estereoquímica nos livros didáticos do ensino médio.
- * Listar artigos como suporte para o ensino de estereoquímica.

5. ANÁLISE DO ASSUNTO DE ESTEREOQUÍMICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA ORGÂNICA DO ENSINO MÉDIO

A ciência tem se evoluído desde antigamente até os dias atuais. Para acompanhar toda essa evolução os livros didáticos são importantes mecanismos para homogeneização desses conteúdos, transmitindo conhecimento e agregando valores da sociedade, histórica e culturalmente.

Visando uma qualidade no ensino de química a contextualização está sendo vista como uma das formas mais significativa na aprendizagem dos alunos, de acordo com o que transmite o ministério da educação, as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio destacaram entre outros o princípio da contextualização, como principal norteador para produzir uma

aprendizagem significativa, onde apresenta valor maior quando trata-se de um aluno que não se interessa pela ciência, os problemas escolares não desperta interesse ao qual se destina.

O ministério da educação em estratégias para o ensino de ciências fala que o confronto entre os saberes cotidianos e o conhecimento científico é um dos princípios que se deve nortear o ensino de ciência no ensino médio, outro fator é que os professores problematizem os fatos cotidianos no planejamento pedagógico.

O livro didático é um importante instrumento que os professores utilizam para conduzirem suas aulas, alguns deles apenas utilizam esse tipo de material, tanto o professor e o aluno, que acaba se limitando a uma abertura maior do conhecimento, já que outras vias que por ventura pode ser acessado para adquirir uma maior compreensão do conteúdo abordado, acaba por sendo restrito a uma única via de acesso.

A escolha do livro didático deve ser analisada cuidadosamente, conhecer sua proposta previamente, identificando os pontos positivos que possam contribuir para o ensino, auxiliando que os alunos se tornem cidadãos políticos, culturais e científicos, utiliza-lo para então direcioná-lo ao contexto do ensino-aprendizagem, fazer um plano pedagógico de acordo com os projetos da escola.

Com base na importância do livro didático, foi selecionado algumas edições de autores conhecidos, bem como alguns pertencentes ao PNDL analisando o capítulo de estereoquímica, utilizando como critério a contextualização, exemplos, atividade experimental, leitura acessível. Dos livros a disposição optou-se por cinco livros (Tabela 1) que apresentam alguns autores conhecidos. As principais observações encontradas no livro estão expostas na tabela 2 em que são elencados os pontos principais pontos encontrados após análise.

Tabela 1: livros didáticos - análise do conteúdo estereoquímica.

Livro	Título	Autor(es)
A	Ser Protagonista	Obra coletiva
B	Conexão Com A Química	Marcelo Dias Pulido
C	Química Volume Único	Usberco e Salvador
D	Química Orgânica	Ricardo Feltre
E	Química	Martha Reis

Fonte: AUTORA (2018)

O livro A aborda o assunto estereoquímica em dois capítulos, no primeiro capítulo é abordado o tema isomeria plana e isomeria *cis-trans*. Para a isomeria plana é mostrada suas classificações, dentre elas encontra-se a isomeria de função que traz a tautomeria como um caso particular, a isomeria de cadeia ou constitucional, isomeria de posição, isomeria de compensação ou metameria. No tópico seguinte é tratado o assunto isomeria geométrica *cis-trans* que descreve a ocorrência em compostos alifáticos, cíclicos e uma breve explanação da não ocorrência da isomeria geométrica.

O conteúdo trabalhado no primeiro capítulo faz uso de uma leitura de fácil entendimento, simples e sucinto. A maioria dos compostos ilustrados encontram-se sem a nomenclatura. Alguns textos didáticos são utilizados, o primeiro dele vem na abertura do capítulo que relaciona o contexto da imagem com o assunto proposto. Possuem também quadros temáticos distribuídos ao longo do material, que facilitam o entendimento do tema. Há também um texto complementar com questões para ser discutidas e ícones que direcionam a utilização internet. Ademais durante a distribuição dos tópicos não há resolução de exercícios, esses são encontrados apenas na finalização do tópico, e são divididas em atividade, questões globais e vestibular e Enem. Após a primeira atividade há uma proposta experimental que aborda a temática de isomeria plana. No final do capítulo há uma caixa de texto com indicações de artigos e site voltada ao assunto abordado.

No segundo capítulo o tema abordado é isomeria óptica em que é introduzido o conceito de enantiômeros, polarização da luz, luz polarizada, isomeria óptica, assimetria molecular, quantidades de átomos de carbono assimétricos e número de isômeros ópticos. Em relação a textos didáticos, exemplos e experimentação seguem a mesma linha de raciocínio verificadas no primeiro capítulo, porém a única diferença é a apresentação de exercícios propostos.

Após a análise do livro A foi verificado alguns apontamentos que devem ser trabalhados cuidadosamente por apresentarem-se de forma resumido, em relação aos outros livros analisados. No primeiro capítulo o desenvolvimento dos subtópicos, remete-se a uma memorização das diferentes classificações dos isômeros. No segundo capítulo o tópico de isomeria óptica foi trabalhado com uma abordagem sobre a história da talidomida, o uso dessa temática é um diferencial positivo, contribuindo para o processo de ensino, mas o conteúdo de estereoquímica requer uma maior atenção, desde já que, a visualização tridimensional, dificulta o entendimento. Falta a valorização do subtópico diastereoisômeros o qual só é citado em um único exercício resolvido. A definição de simetria é praticamente trabalhada na forma de texto sendo necessária mais figuras e exemplos para o seu entendimento. A diferença entre simetria e assimetria poderia

ser trabalhado separadamente em forma de ilustração o que facilitaria o processo ensino-aprendizagem assim como exemplificado no livro B.

Os textos trabalhados no livro A são contextualizados e estimulam a reflexão, a investigação e o posicionamento dos alunos. Segue um raciocínio histórico até o descobrimento da isomeria, demonstrando onde pode ser encontrado os isômeros no cotidiano das pessoas.

Como já mencionado anteriormente o livro não traz resolução de exercícios ao longo do assunto o que acarreta uma maior dificuldade no processo de ensino-aprendizagem sendo condicionada apenas aos exercícios ao final do capítulo.

Embora, haja algumas lacunas nos subtópicos o livro A traz atividade experimental (ANEXO). Esse recurso faz com que ocorra uma participação direta dos alunos, onde haverá diálogos entre eles, motivação e o professor poderá identificar possíveis dúvidas as quais poderão ser sanadas durante a atividade.

Para o livro B o conteúdo de isomeria é apresentado em um único capítulo que tem como tema a isomeria e polímeros, ou seja, no mesmo capítulo é trabalhando os dois assuntos sendo em tópicos diferente.

O assunto de isomeria é dividido em isomeria constitucional e isomeria espacial. Na isomeria constitucional são abordados a isomeria de função bem como tautomeria, isomeria de cadeia, isomeria de posição e isomeria de compensação. A isomeria espacial vem dividida em duas partes ao qual é chamada de isomeria espacial I e isomeria espacial II. Na isomeria espacial I subtópicos como isomeria e processo de visão, propriedades físico-químicas de isômeros geométricos, reação de interesterificação, isomeria geométrica ou *cis-trans* que engloba a isomeria em compostos cíclicos e a nomenclatura *Z-E*. No último tópico trata-se da isomeria espacial II, trazendo subtópicos como simetria, isomeria óptica e assimetria molecular, propriedades físico-química dos enantiômeros em que são trabalhados luz polarizada e mistura racêmica. Por fim, o último subtópico trabalha quiralidade e atividade biológica.

A leitura do livro B assim como no livro A é de fácil entendimento, no entanto os textos são mais detalhados e de forma contextualizada. Isto pode ser observado em quase todos os conceitos e até na explanação dos exemplos, isso pode ser verificado no subtópico isomerização e o processo de visão, que introduz o assunto isomeria *cis-trans*, o qual faz uma ligação interdisciplinar, podendo ser trabalhado em conjunto com o professor de biologia, permitindo ao aluno a valorização dos conceitos.

Diferente do livro A não apresenta recurso didático, como o experimento, que possa ser desenvolvido pelos alunos, precisando o professor buscar outras vias de acesso, que supram essa necessidade. Entretanto, a nomenclatura está presente nos exemplos ao longo dos textos

possibilitando que o aluno visualize e familiarize com o processo de alfabetização dos principais grupos funcionais.

Após cada apresentação dos subtópicos faz uso de questões o que possibilita ao aluno praticar o que foi passado pelo professor até o presente momento, além de um somatório de questões que são dispostos ao final do capítulo.

No livro C o assunto de estereoquímica, é dividido em três capítulos, no primeiro capítulo mostra o conceito de isomeria, no segundo isômera plana e no terceiro isomeria espacial.

O primeiro capítulo trata sobre o conceito de isomeria sua definição, exemplificação e propriedades físicas. No segundo capítulo são dadas as classificações da isomeria plana, igualmente aos livros A e C. No terceiro capítulo é trabalhado isomeria espacial, com subtópicos de isomeria geométrica *cis-trans* tanto em compostos alifáticos e compostos cíclicos. O subtópico isomeria óptica traz um contexto histórico e definições de luz não polarizada e polarizada, conceito de simetria, assimetria molecular e a isomeria óptica. Outro subtópico fala de quantidades de carbono assimétrico e números de isômeros ópticos que podem ser obtidos em moléculas com dois centros assimétricos e por fim da isomeria óptica em moléculas cíclicas. Ao final do capítulo, o livro C aborda a nomenclatura *R* e *S* baseado nas regras de Cohn, Ingold e Prelog.

Em relação a distribuição de como foi trabalhado a isomeria plana, é igual ao livro A, apresentando-se de forma sucinta e remetendo também a memorização, porém exemplifica bastante.

A abordagem da isomeria geométrica é exposta por analogia com a rotação livre que ocorre nas ligações simples, mostrando que há uma barreira rotacional de alta energia em torno das ligações duplas quando comparadas as ligações simples o que demonstra a importância desse artifício no ensino de química. Esse subtópico chama a atenção para as propriedades físicas dos isômeros geométricos intercalando com o assunto de polaridade e a nomenclatura *Z/E*.

De forma geral, a contextualização é dada de forma similar nos livros A e B em que temas como o caso da talidomida, feromônios e a química da visão são explorados o que torna mais atraente o assunto estudado. Entretanto, são textos complementares o que diferenciam dos livros A e B em que são abordados ao longo do assunto.

Os tópicos trabalhados no livro C em relação ao livro A e B tem mais contribuições para o ensino de estereoquímica. O complemento que está no final do capítulo trata da nomenclatura *R/S*, que não é abordada em nem um outro livro que foi analisado.

No livro D o conteúdo de estereoquímica está presente em um único capítulo, porém dividido em dois subtópicos em que na primeira parte é abordado a isomeria plana e na segunda a isomeria espacial.

O capítulo é iniciado pela figura de uma imagem especular, porém essa figura não é explorada ao longo do texto, embora esteja relacionada. Em seguida, o conceito de isomeria é exposto o qual faz analogia com palavra AMOR e ROMA em que são escritas com as mesmas letras, mas de forma diferentes. Cita superficialmente o cientista Wöhler, para falar do “nascimento” da Química Orgânica, usando como exemplo a síntese da ureia, esse mesmo exemplo é visto no livro B, porém de forma mais detalhada.

O tópico de isomeria plana aborda suas classificações e são apresentados da mesma forma que os livros A e C. Diferente dos demais livros analisados o livro D propõe uma bateria de exercícios de revisão ao final de cada subtópico, além de outros exercícios complementares que se estendem até o final do capítulo. Durante o desencadeamento dos conteúdos, não é trabalhado textos complementares o que dificulta de certa forma o processo de ensino-aprendizagem

No tópico de isomeria *cis-trans* (ou geométrica), é trabalhado dois subtópicos, o primeiro é isomeria *cis-trans* em compostos com duplas ligações e o segundo isomeria *cis-trans* em compostos cíclicos.

Já a isomeria óptica é dividida em três subtópicos o primeiro aborda a isomeria óptica com carbono assimétrico, onde é trabalhado em compostos com um carbono assimétrico, com vários carbonos assimétricos diferentes e com dois carbonos assimétricos iguais, além disso o autor sugere uso de bolas de isopor e palito de fósforo para uma melhor visualização espacial. O segundo subtópico descreve a isomeria óptica sem carbono assimétrico em que são exemplificados os compostos alênicos e compostos cíclicos. Por fim, último subtópico descreve a preparação e a separação de compostos opticamente ativos. Esses dois últimos subtópicos mostram uma complementação mais aprofundada do assunto estereoquímica em que não foram explorados em todos os livros analisados. Além disso, o livro D traz um histórico da biografia de Pasteur e suas contribuições para a ciência.

O livro E não faz uso de termos como isomeria plana e isomeria espacial observada nos demais livros analisados. Em vez disso, usa tópico denominado isomeria constitucional o qual é dividido em cinco subtópicos dentre eles estão, isomeria constitucional estática e dinâmica, estereoisomeria, diastereoisomeria, isomeria *E-Z* e enantiômeros.

No primeiro subtópico é abordado a classificação dos isômeros como isomeria funcional, isomeria esquelética e isomeria posicional. No subtópico dois conceitua tautomeria, no três diferencia os estereoisômeros, no quarto trata de diastereoisomeria *cis-trans* em compostos de

cadeia acíclica e em compostos de cadeia cíclica, no quinto conceitua a nomenclatura *E/Z* e no sexto trata o assunto enantiômeros que descreve a polarização da luz, atividade óptica, molécula de um, dois e *n* carbonos assimétricos diferentes, moléculas com 2 carbonos assimétricos iguais e moléculas que não possuem carbono assimétrico.

A abordagem do conteúdo de estereoquímica é iniciada com a origem do conceito de isomeria, retratando fatos de forma semelhante ao descrito no livro B. Em seguida, ocorre a classificação dos tipos de isomeria existentes. Para a introdução da assimetria o livro traz o uso das mãos que exemplifica o seu conceito, porém não foi observado exemplos com objetos simétricos para fazer essa distinção. Ademais, os textos presentes na contextualização são atuais e estão relacionados, ao meio ambiente, uso de drogas e atividade bioquímica dos enantiômeros, temas esses que são de suma importância na conscientização dos estudantes bem como no desenvolvimento crítico. É observado também ao logo do capítulo exercícios relacionados a cada subtópico. Entretanto, uma única atividade experimental é sugerida a qual tem como objetivo mostrar as diferenças entre os enantiômeros (ANEXO).

Ao analisar o assunto de estereoquímica nos livros didáticos da tabela 1, observou-se de forma geral que a abordagem segue um mesmo padrão. Entretanto, alguns livros tratam o assunto de forma superficial em quantos outros trazem uma complementação um pouco mais detalhada. De forma geral, verificou-se a existência de lacunas como uma fundamentação mais detalhada dos conceitos abordados que poderiam ser trabalhados a partir de mais exemplos, jogos lúdicos, experimentação e exercícios de fixação. Embora, textos contextualizados esteja presente em todos os livros, foi observado que alguns livros trazem um número maior em relação a outros o que de certa forma contribui mais no processo de ensino-aprendizagem. Nem todos os livros mostram o surgimento da estereoquímica, mas citam os cientistas que foram os pioneiros dessa ciência. Apenas no livro D descreve a biografia do cientista Pasteur.

No contexto geral, as lacunas existentes nos livros, levam ao professor a busca de novas fontes que possam complementar o conteúdo estudado, desde conceitos, biografias, experimentos, história da estereoquímica e ilustrações. Recursos estes que são de suma importância no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes

Disponho na tabela 2 os pontos principais encontrado durante a análise do livro didático

Tabela 2: análise dos livros didáticos

Critérios	LIVRO DIDÁTICOS ANALISADOS				
	A	B	C	D	E
Linguagem	Linguagem clara e objetiva	Linguagem clara e objetiva	Linguagem clara e objetiva	Linguagem clara e objetiva	Linguagem clara e objetiva
Contextualização do conteúdo	Dados e imagem associada ao cotidiano, bem como temas abordando ciência e tecnologia	Associa conteúdo ao cotidiano, causando a investigação do aluno	Dados e imagens associados ao cotidiano, bem como temas abordados nos outros livros	Pouco se evidência associações ao cotidiano.	Evidência associação ao cotidiano, tratando de assuntos como ambiente e drogas
Atividade experimental	Possui atividades para a prática experimental	Não possui atividade experimental	Não possui atividade experimental	Não possui atividade experimental	Possui atividade experimental
Conteúdo proposto	Apresenta-se de forma resumida, não apresentado todo conteúdo	Conteúdo bem explorado, porém, falta complementos para o estudo de estereoquímica	Apresenta complementos que não possui em outros livros como, nomenclatura <i>R/S</i>	Apresenta complementos que não possui em outros livros como separação de enantiômero	Traz vários tópicos que abordam o conteúdo bem explorado
Lista de exercício	Contém exercícios resolvidos, questões globais e questões de vestibulares anteriores, porém no final do cada capítulo	Possui atividades, porém numa frequência menor que os livros anteriores	Possui exercícios resolvido e exercícios que aprofunda o conhecimento	Apresenta exercícios de revisão exercícios complementares e questões de desafio	Apresenta questões, e exercícios de revisão
biografia	Não possui biografia	Não possui biografia	Não possui biografia	Possui a biografia de Louis Pasteur	Não possui biografia
História de estereoquímica	Apresenta histórico ao iniciar o assunto de isomeria óptica	Apresenta a história da isomeria desde a descoberta desse fenômeno e logo após a descoberta da isomeria óptica	Faz um breve histórico ao iniciar o assunto de isomeria óptica	Faz uma abordagem superficial dos cientistas	Apresenta a história descoberta desse fenômeno da isomeria e logo após a descoberta da isomeria óptica

Fonte: (AUTORA, 2018)

Logo após a análise do conteúdo dos livros didáticos é descrito a seguir o tópico isomeria baseado nos livros mostrado na tabela 1, como forma de apresentação de como esses livros demonstram seu conteúdo.

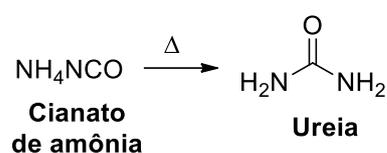
6. PRINCIPAIS TÓPICOS ABORDADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS SOB TEMA ESTEREOQUÍMICA

De forma geral será demonstrado como se dar a organização dos tópicos, conceitos e abordagem do assunto estereoquímica no ensino médio nos livros listados na tabela 1.

6.1 Conceitos e Classificação de Isomeria

O termo isomeria é muito importante na química orgânica, e também, na bioquímica, pois os átomos se agrupam de formas diferentes, produzindo formulas estruturais distintas, consequentemente substâncias dessemelhantes. Como mostrado no exemplo a seguir, a síntese de amônia produzindo ureia proposta por Wöhler que deu a origem para o nascimento da química orgânica.

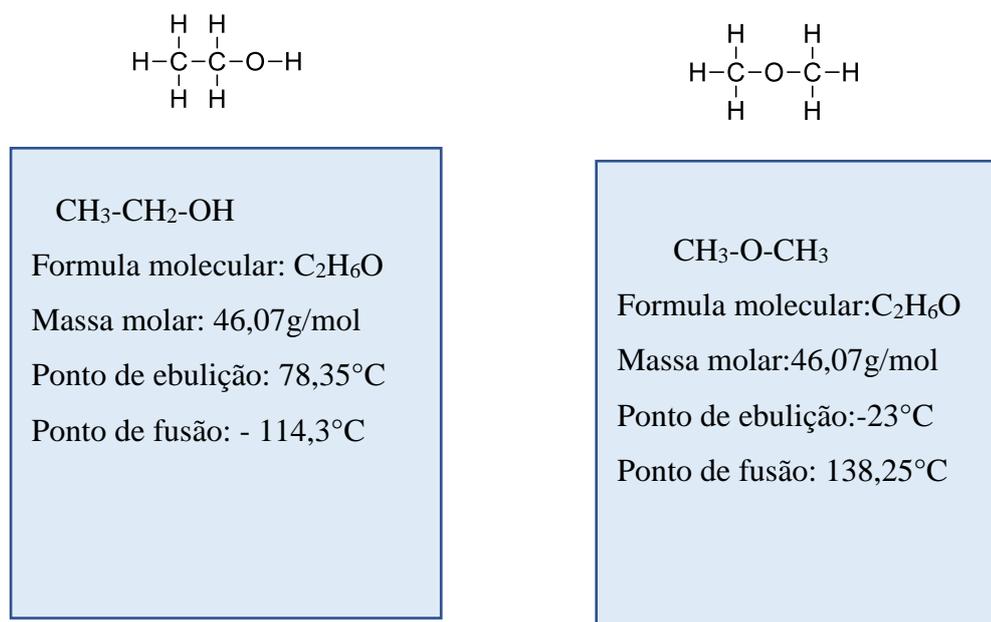
Esquema 1: Síntese de Wöhler



Fonte: (AUTORA, 2018)

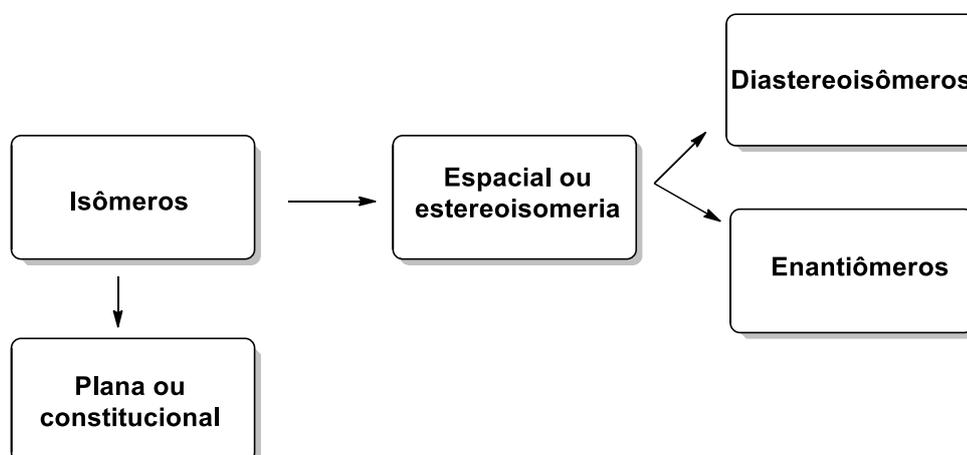
Note que tanto o cianato de amônio e a ureia possuem a mesma quantidade de átomos de nitrogênio, hidrogênio, oxigênio e carbono, ou seja, possuem a mesma formula molecular, ($\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$), e que sua estrutura se apresenta de forma diferente. Consequentemente suas propriedades físicas e químicas são distintas. Esse fato é conhecido como isomeria ou isomerismo. Podendo afirmar que isômeros são compostos diferentes que possuem a mesma formula molecular, entretanto com formulas estruturais distintas. (REIS, Marta 2014).

Nos compostos como etanol e éter dimetílico, representados na figura 1, pode ser verificado o conceito de isomeria. Note que o mesmo conjunto de átomos, pode ser escrito para formar duas moléculas diferentes.

Figura 1: Exemplo de isômeros e suas propriedades

Fonte: (AUTORA, 2018)

A isomeria está dividida em isomeria constitucional e estereoisomeria. A diferença entre eles estar na visualização de suas moléculas, se o composto poder ser identificado pela formula estrutural plana, dizemos que é um caso de isomeria constitucional. Já a estereoisomeria não é possível a visualização do composto pela sua formula estrutural plana, é preciso ver sua estrutura espacial.

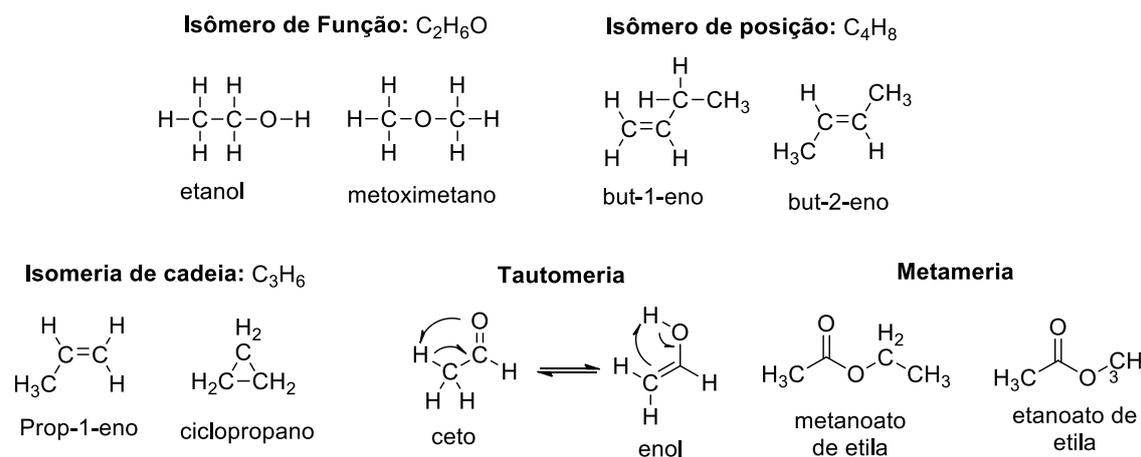
Figura 2: Isômeros e suas divisões.

Fonte: (AUTORA, 2018)

6.2 Isomeria constitucional (isomeria plana)

Isomeria constitucional possuem a mesma fórmula molecular, mas seus átomos estão conectados de forma diferente na molécula. (Reis; Marta; 2014). Sendo dividida em isomeria de função, isomeria de posição, isomeria de cadeia, tautomeria e metameria. Na isomeria de função ocorre quando os isômeros pertencem a função química diferente. Na isomeria de posição os isômeros pertencem a mesma função, mas diferem na posição de uma insaturação, de um grupo funcional, de um heteroátomo ou de um substituinte. Na isomeria de cadeia tem a mesma função, mas difere no tipo de cadeia seja ela, aberta ou fechada, normal ou ramificada, homogênea ou heterogênea. A tautomeria é um caso particular de isomeria funcional, no entanto apresentam um equilíbrio dinâmico. A metameria é um tipo particular de isomeria de posição se refere a isômeros que possuem cadeia heterogênea. As representações da isomeria constitucional estão dispostas na figura 3.

Figura 3: exemplos de isômeros constitucionais



Fonte: (AUTORA, 2018)

6.3 Estereoisomeria

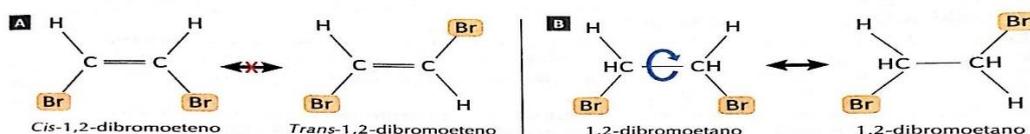
A isomeria constitucional permite a sua visualização no plano, já os estereoisômeros a visualização deve ser no espaço através da visualização em 3D, por esse motivo alguns autores a chamam de isomeria espacial. Sendo assim, definido seu conceito como compostos que apresentam o mesmo grupo funcional, possuem o mesmo tipo de estrutura, a mesma posição de insaturação, do heteroátomo ou substituinte, mas as disposições entre seus átomos estão dispostas de maneira diferente no espaço. Os estereoisômeros são classificados em **diastereoisômeros** e **enantiômeros**.

6.4 Diastereoisômeros em compostos acíclicos

A diastereoisomeria ocorre em composto com ligação dupla, que são ligações rígidas, e por isso, não ocorre rotação em torno do eixo que contém insaturação. O mesmo ocorre na ligação entre carbonos em uma cadeia cíclica.

A figura 4 mostra que a ligação simples carbono-carbono do 1,2-dibromoetano há uma rotação livre no eixo dessa ligação. Enquanto que em ligação dupla do 1,2-dibromoeteno não há uma rotação livre, a ligação é impedida ao longo da ligação carbono-carbono.

Figura 4: rotação livre no 1,2-dibromoetano e rotação impedida no 1,2-dibromoeteno



Fonte: Rubio (2015)

Note que, em ligações simples, ao rotacionar as moléculas, elas permanecem a mesma, se convertendo em outra constantemente. Em ligações duplas como não há rotação entre as ligações a mudança da posição dos substituintes, forma-se um novo composto ao qual damos o nome de isomeria *cis-trans*. A diferença nesses compostos está na disposição geométrica dos grupos que estão ligadas ao carbono da dupla ligação. A esse tipo de isomeria damos o nome de diastereoisomeria diferenciando esses isômeros com prefixos *cis* e *trans*.

Observe que o isômero *cis* possuem átomos iguais ligados ao carbono no mesmo lado do plano imaginário, e que o isômero *trans*, possui átomos iguais ligados ao carbono em lados diferentes no plano imaginário.

A formação dos compostos do diastereoisômeros *cis* e *trans* é dada se os ligantes de cada átomo de carbono da dupla forem diferentes entre si e iguais ao outro átomo de carbono. Como mostra a figura 5.

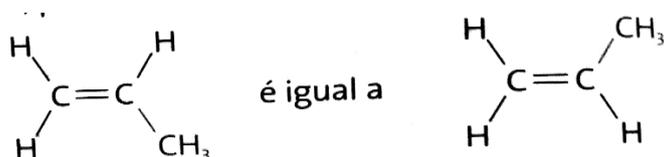
Figura 5: Representação da condição para a diastereoisomeria.



Fonte: Feltre (2004)

Caso não existindo essa condição, o composto não será isômero *cis-trans*. Torna-se a mesma molécula, apenas escrita ao contrário. Como exemplo a molécula a seguir na figura 6 do propeno.

Figura 6: Representação do propeno

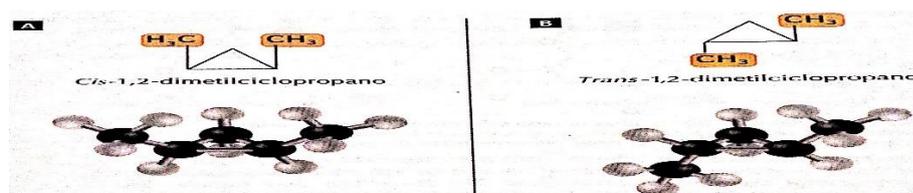


Fonte: Feltre (2004)

6.5 Diastereisomeia *cis-trans* compostos cíclicos

A estrutura cíclica pode também dá origem a uma ligação *cis-trans*, assim como a ligação acíclica, é uma estrutura “rígida” e com isso os átomos ligados a essa cadeia jamais poderão fazer uma rotação completa em torno dos seus eixos sem que haja rompimento do ciclo. Como mostra na figura 7.

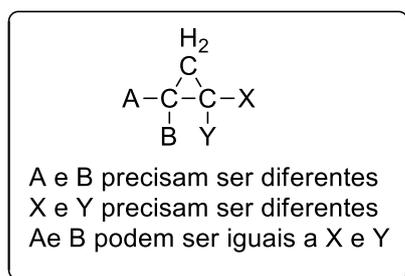
Figura 7: Representação da estrutura cíclica dos isômeros geométricos 1,2-dimetilciclopropano



Fonte: Rubio (2015)

Em (A) apresenta ligantes iguais no mesmo plano em (B) apresenta ligantes iguais em plano opostos.

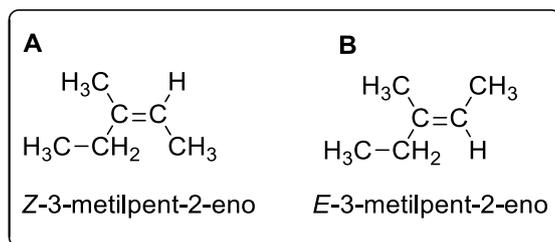
A condição necessária para ocorrer esse tipo de isomeria, é que pelo menos dois dos átomos de carbono do ciclo tenham ligantes diferentes entre si e iguais ao de outro carbono. Conforme demonstrado na figura 8.

Figura 8: Condição para ocorrer isomeria *cis-trans*

Fonte: (AUTORA, 2018)

Além desses dois exemplos de diastereoisômeros a um a outro tipo de isomeria geométrica que é a isomeria *E/Z*, usada para ligações duplas tri e tetra substituídas. E nesse caso não podendo ser nomeados pelos prefixos *cis* e *trans*, o que ocasionaria ambiguidade. Nesse tipo de isomeria o uso do sistema *E/Z* foi proposto pelo químico orgânico inglês Christopher Kelk Ingold (1893-1970), pelo químico orgânico naturalizado suíço Vladimir Prelog (1906-1998) e por colaboradores. Esse sistema *E/Z* tem origem da palavra alemã, a letra *E* vem de *entgegen*, que significa opostos, e a letra *Z* vem de *zusammen*, que tem como significado juntos.

No sistema *E/Z* atribuem-se prioridades aos substituintes, quanto maior o número atômico maior prioridade. O isômero recebe o prefixo *Z* se os dois substituintes de maior prioridade estiverem do mesmo lado do plano imaginário, se estiverem do lado oposto do plano, os isômeros recebem o prefixo *E*. O exemplo na figura 9, mostra essa definição.

Figura 9: representação dos isômeros *E/Z*

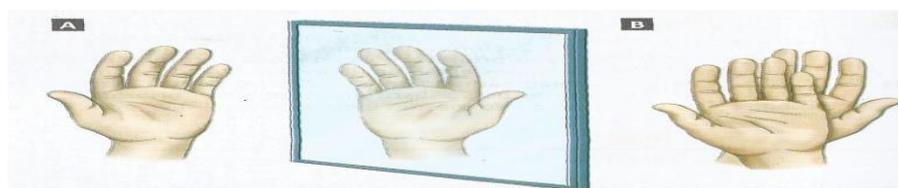
Fonte: (AUTORA, 2018)

Pela fórmula estrutural em (A) o isômero *Z*-3-metilpent-2-eno apresenta os ligantes de maior prioridade em um mesmo plano (juntos), em (B) o isômero *E*-3-metilpent-2-eno apresenta os ligantes de maior prioridade em planos opostos (separados).

6.6 Enantiômeros e plano de simetria

Dizemos que uma estrutura é simétrica quando ela apresenta pelo menos um plano de simetria, isto é, quando pode ser dividida em duas metades idênticas. Como consequência sua imagem no espelho não será alterada. Se colocarmos uma esfera na frente do espelho plano a imagem fornecida é idêntica ao objeto, a sua imagem sobrepõe ao objeto, em contrapartida, ao colocar a mão direita na frente do espelho plano a imagem formada é da mão esquerda e vice-versa, a imagem da mão esquerda não é possível sobrepor a mão direita. Isso ocorre devido à ausência de simetria fazendo com que sua imagem especular não seja idêntica a ela.

Figura 10: Imagem especular não sobreponível.

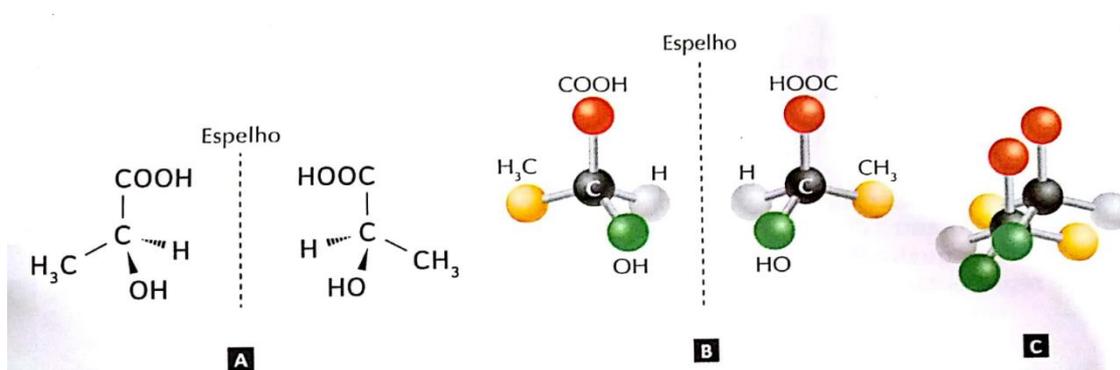


Fonte: Pereira (2009)

6.7 Enantiômeros e assimetria molecular

Essa propriedade de uma molécula, produz uma imagem que não se sobreponha a sua molécula original é um atributo geométrico chamado de quiralidade (PULIDO, Dias). A palavra quiral deriva do grego “*Khéir*”, que significa mão. O exemplo que ocorre com as mãos, que por mais que se esforce não há como coloca-las uma sobre a outra, perfeitamente (figura 10). É o mesmo que acontece com as moléculas quirais-moléculas não sobreponíveis com sua imagem no espelho (figura 11).

Figura 11: representação da molécula do ácido láctico



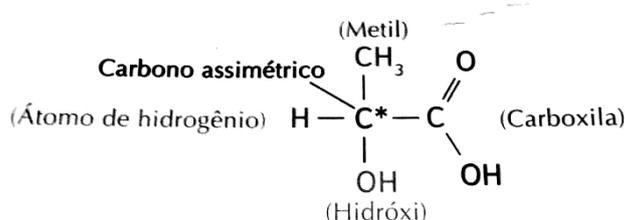
Fonte: Rubio (2015)

A molécula do ácido láctico e sua imagem no espelho são isômeros pois possuem a mesma fórmula molecular, diferenciando em seu arranjo espacial. E esse tipo de isomeria é denominado enantiômeros. Que ocorrem em moléculas que não possuem plano de simetria, denominado moléculas assimétricas (PULIDO, Dias).

6.8 Enantiômeros e presença de um carbono quiral.

Nas moléculas que possuem quiralidade como a do ácido láctico, está presente um centro assimétrico denominado centro de quiralidade, ou carbono quiral, ou carbono assimétrico, que possuem o carbono fazendo quatro ligações com átomos ou grupos de átomos diferentes, e são marcados por asterisco (figura 12).

Figura 12: carbono assimétrico no ácido láctico.



Fonte: Rubio (2015)

As moléculas dos enantiômeros diferentemente dos isômeros constitucionais e isômeros geométricos, não apresentam temperatura de ebulição, de fusão e solubilidade diferentes entre si, a única diferença que esses enantiômeros apresentam é a propriedade de desviar o plano da luz polarizada, quando em solução de cada um deles é submetida a um equipamento chamado polarímetro. Veja na tabela 2 a demonstração dessas propriedades.

Tabela 3: propriedades físico-química dos enantiômeros do ácido láctico

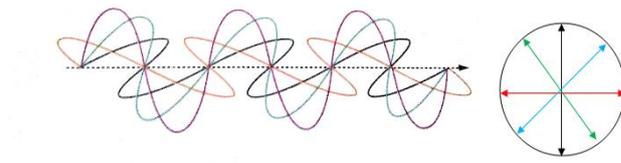
Propriedades físico-químicas dos enantiômeros do ácido láctico			
Nome	Fórmula estrutural	TF (°C, 1 atm)	TE (°C, 1 atm)
(+)-ácido láctico		53	122
(-)-ácido láctico		53	122

Fonte: Pulido (2015)

6.9 Polarização da luz

A luz natural a que recebemos do sol ou de uma lâmpada incandescente é composta de ondas eletromagnéticas que vibram em infinitos planos perpendiculares à direção de propagação da luz (FIGURA 13).

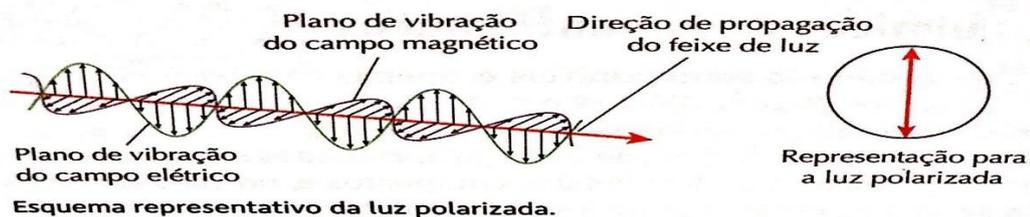
Figura 13: Esquema representativo da luz não polarizada.



Fonte: Moura (2014)

Ao atravessar certas lentes, chamadas de polarizadores, o campo eletromagnético da luz que emerge da lente oscila em apenas um plano. Essa luz é chamada **luz polarizada** (FIGURA 14)

Figura 14: Luz polarizada



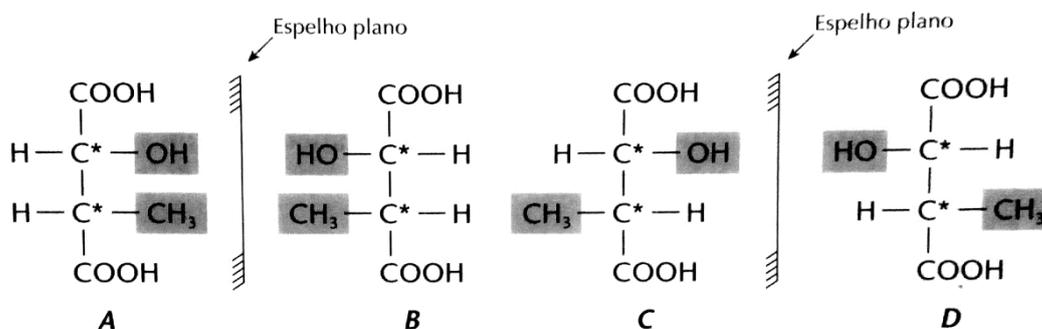
Fonte: Rubio (2015)

A atividade óptica de um composto pode ser determinada quando este é colocado em um aparelho chamado polarímetro, onde há possibilidade de três resultados possíveis. No primeiro deles, não se observa o desvio do plano da propagação da luz. Nos outros dois, o plano de propagação da luz pode ser desviado em direção oposta, e por esse motivo são chamados compostos opticamente ativos. Composto que giram em sentidos opostos a que giravam anteriormente são chamados de opticamente ativos. Ao girar o plano da luz polarizada para a direita (sentido horário), passa a ser chamado de dextrogiro, sendo indicados pela letra *d* ou pelo sinal (+) na frente do nome. Ao girar para a esquerda passa a ser chamado levogiro (sentido anti-horário), são representados pela letra *l*, ou pelo sinal (-) na frente do nome. Já as substâncias opticamente inativa não desviam o

plano de luz polarizada, permanecem vibrando em um único o plano, é o exemplo de mistura racêmica ou racemato, que é indicado pela mistura de dois enantiômeros em quantidades iguais em uma determinada amostra, um enantiômero anula o efeito do outro, o plano de luz polarizada não roda. Os compostos que apresentam apenas um carbono assimétrico possuem apenas uma mistura racêmica.

Quando há átomos de carbono assimétrico, tem-se um par de enantiômeros opticamente ativo. Para verificar a quantidade de carbonos assimétrico diferente de um, é utilizado a expressão matemática proposta por Van't Hoff e La bel, 2^n , onde n significa a quantidade de carbono assimétrico diferente, $2^n/2$ para mistura racêmica e $2n$ para isômeros opticamente ativos (figura 15).

Figura 15: moléculas com dois centros assimétricos.



Fonte: Feltre (2004)

As diferenças entre os compostos estão na posição dos grupos OH e CH₃, o isômero A e B são enantiômeros e o isômero C e D também são enantiômeros. A relação dos isômeros A e C; A e D; B e C; B e D são diastereoisomeria pois não são imagem especular.

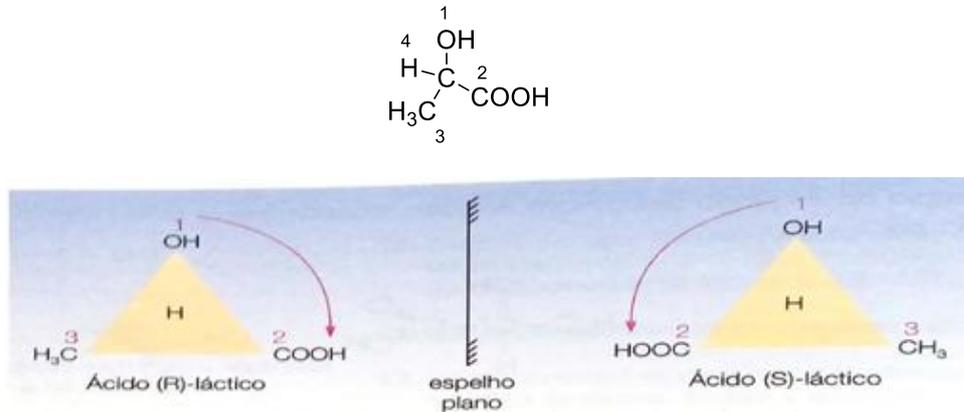
6.10 Nomenclatura de Enantiômeros: sistema *R,S*

Os isômeros com indicação (*d*) e (*l*) só pode ser utilizado quando a molécula é analisada em um polarímetro, para facilitar esse processo de identificação Cahn, Ingold e Prelog, criou uma nova nomenclatura para os isômeros que giram em torno do sentido do relógio, a qual chamou de *R* (do latim *rectus* = direita) e *S* (do latim *sinster* = esquerda), nomenclatura essa observada pela escala de prioridade dos substituintes ligadas ao átomo de carbono.

Observa-se os átomos ligados diretamente ao carbono quiral (C*) aquele que tiver o maior o seu número atômico maior sua prioridade, caso dois átomos apresentem o mesmo número atômico terá maior prioridade aquele que apresentar ligantes com maior número atômico. Dessa

forma, liga-se o átomo de maior prioridade ao de menor prioridade se o sentido for horário ele será denominado *R* e caso for em sentido anti-horário ele será designado com *S* (figura 16)

Figura 16: representação das formas estruturais dos isômeros



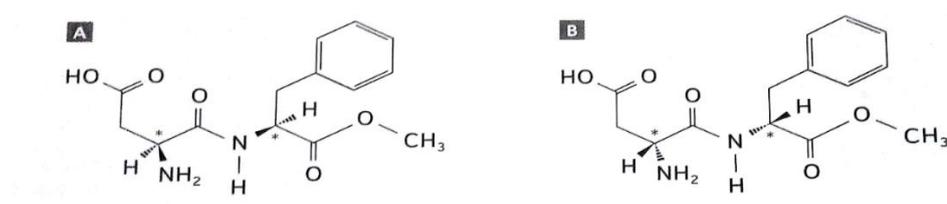
Fonte: Usberco e Salvador (2005)

6.11 Quiralidade e atividade biológica

Existe na farmácia de sua cidade uma série de substâncias utilizadas como fármaco, e muitos desses fármacos são quirais podendo apresentar em sua estrutura um ou mais átomos (geralmente carbono) com centros assimétricos. Quando novos medicamentos são investigados, um dos pontos mais importantes que devem ser esclarecidos é como essa substância irá reagir dentro do corpo humano, e a quiralidade tem grande importância nos processos que ocorrem no organismo. Nos sentidos como, paladar e olfato, uma molécula quiral pode ter determinado odor e sabor e seu enantiômero sabor e odor completamente diferentes.

Nesse caso, é importante saber qual dos enantiômeros apresentam atividade farmacológica desejada. Se a estrutura for modificada em relação a orientação espacial pode haver o desaparecimento do efeito biológico do fármaco, diminuir ou ser diferente do que esperava. É necessário saber o comportamento dos fármacos para que eles possam ser consumidos com segurança. O exemplo a seguir mostra a molécula do aspartame que apresenta centro de quiralidade. É um adoçante sintético muito utilizado na indústria alimentícia que dependendo da orientação dos grupos de átomos nesses centros, apresenta atividade biológica diferente, dando a sensação de doce ou amargo (figura 17).

Figura 17: fórmulas estruturais dos enantiômeros do aspartame.



Fonte: Rubio (2015)

A regra *R* e *S* torna-se importante, pois permite determinar qual o arranjo espacial correto para cada estereoisômeros do fármaco separado. Assim sendo, é possível associar qual é a configuração absoluta do estereoisômeros que tem a atividade farmacológica destacada.

6.12 História da estereoquímica

O estudo sobre Estereoquímica surgiu por volta da primeira década de 1800 quando o físico e astrônomo francês Jean Baptiste Biot observou a polarização da luz ao atravessar numa solução química. Posteriormente a essa descoberta Biot, verificou que algumas substâncias desviava o plano de luz polarizada tais como terebintina, extrato de limão e louro, algumas açúcares e ácido tartárico entre outros. Através dessa descoberta foi inventado um aparelho que permite observar o plano de luz polarizada, chamado de polarímetro (REZENDE;2016), (figura 18).

Figura 18: polarímetro de Biot



Fonte: (BAGATIN et al., 2005)

O estudo da isomeria pode ser aprofundado com a descoberta do químico inventor alemão Justus von Liebig (1803-1873), e do químico alemão Friedrich Wohler (1800-1882), que em trabalhos independentes descobriram compostos diferentes que apresentavam a mesma fórmula molecular (RAUPP; PINO; 2015),

Liebig em suas pesquisas descobriu um novo composto químico o fulminato de prata de formula molecular (AgCNO) e Woller sintetizou o composto cianeto de prata (AgOCN). Compostos com a mesma formula molecular, mas que apresentavam características com propriedades químicas e físicas diferentes. Esses estudos foram investigados e analisados pelo químico e professor sueco Jons Jacob Berzelius (1779-1848) que confirmou a veracidade das duas substâncias, surgindo um novo conceito para esse fenômeno o qual Berzelius nomeou de isômeros que significa partes iguais (do grego isso = mesmo e meros = parte) (RAUPP; PINO; 2015).

Com os avanços dos estudos alguns pesquisadores verificaram que outros compostos, apresentavam muitas características idênticas entre si diferenciando apenas na interação com a luz polarizada como por exemplo o ácido tartárico e o ácido racêmico. Esses ácidos deram base para a continuidade dos estudos de Biot que identificou que o ácido tartárico em solução apresentava atividade óptica enquanto que o ácido racêmico não apresentava nenhuma atividade óptica (COELHO; 2001).

Foi o químico e bacteriologista francês Louis Pasteur (1822-1895) que se aprofundou sobre esse fenômeno da atividade óptica desses ácidos passando a estudar a cristalografia deles, e ao analisar os cristais de um sal derivado do ácido tartárico percebeu dois tipos de cristais na mistura. Separou-os cuidadosamente, e ao coloca-los em solução separadamente percebeu que os cristais desviava a luz polarizada para planos opostos ora para a direita ora para esquerda, e ao colocar quantidades iguais de cada tipo de cristal não ocorria nenhum desvio do plano de luz polarizada, com isso Pasteur defendeu a ideia que existia um arranjo de átomos assimétricos no ácido tartárico, assim conseguiu explicar, porque o plano de luz polarizada era diferente para compostos com a mesma estrutura (COELHO; 2001), (figura 19).

Figura 19: Cristais derivados do ácido tartárico (+) e (-)



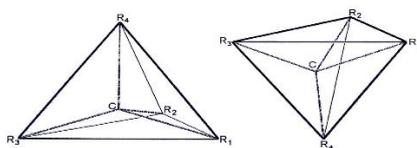
Fonte: Coelho (2001)

Após a descoberta de Pasteur os avanços com estudos sobre isômeros foi aumentando como: a ideia de um carbono tetraédrico e teoria da estrutura de compostos orgânicos, os estudos

sobre os isômeros (+) e (-) do ácido láctico e concluiu que a diferença entre eles estava apenas no arranjo espacial de seus átomos.

A diferença entre os arranjos espacial foi esclarecida entre alguns químicos na época, e quem se sobrepôs foi o químico Henricus Van't Hoff, com a teoria da estrutura tetraédrica para o átomo de carbono. Com seus substituintes orientados no espaço. Através desse avanço em estudos o conceito de carbono assimétrico foi sendo introduzido (RAUPP; PINO; 2015), (figura 20).

Figura 20: arranjo espacial do tipo tetraédrico



Fonte: (NETO; 2009)

Esses conceitos da tetravalência do carbono e os arranjos tridimensionais descoberto por Van't Hoff, foi de grande importância para o rumo da química possibilitando avanços em pesquisas e descobertas até os dias atuais em aparato com tecnologias (RAUPP; PINO; 2015).

Além de definições e exemplos que são abordados no capítulo de estereoquímica dos livros textos, há também contextualização a partir de temas correlacionados ao assunto, experimentação e exercícios ao longo do assunto e ao seu final. Foi possível observar que há uma necessidade na busca por outras fontes que possam complementar esse tópico de estereoquímica abordado nos livros didáticos e assim inovar a aula trazendo algo novo, motivador e lúdico.

7. COMPLEMENTAÇÃO AO CONTEÚDO DE ESTEREOQUÍMICA DADO EM SALA DE AULA

Diante da análise do conteúdo de estereoquímica nos livros didáticos e devido as lacunas existentes foi realizado um levantamento bibliográfico de experimentação, jogos lúdicos e temas transversais os quais podem de certa forma enriquecer o professor de química no planejamento da sua aula e assim propor uma aula mais participativa e motivadora, pois ensinar estereoquímica requer uma visão espacial dos estudantes.

7.1 Título: Brincoquímica: Uma ferramenta Lúdico-Pedagógica para o Ensino de Química Orgânica.

O artigo traz a aplicação de um jogo lúdico para auxiliar o ensino de isomeria e funções oxigenadas em que é trabalhado em diferentes contextos. Na primeira aula, aula expositiva dialogada sobre funções oxigenadas e isomeria. Na segunda aula leitura de imagem e elaboração do texto a partir da temática química dos lipídeos. Na terceira aula houve a construção do painel interativo. Na quarta aula, avaliação de um pré-teste, aplicação de jogos (brincoquímica, quimarelinha, quimigude e química quente). Na sexta aula aplicação de um pós teste, obtendo os resultados da análise onde pode ser verificado um maior entusiasmo por parte dos estudantes, e que o jogo didático é uma ferramenta auxiliar e complementar para o processo de ensino e aprendizagem. (FILHO et al.; 2015).

7.2 Título: Rotação de Luz Polarizada por Moléculas Quirais: Uma Abordagem Histórica com Proposta de Trabalho em Sala de aula.

O artigo faz uma abordagem acerca do trabalho de Louis Pasteur sobre a rotação de luz polarizada por cristais e propõe um experimento simples que permite a construção de um polarímetro, com matérias de fácil aquisição, e posteriormente um experimento com sacarose. Dextrose, glicerina e água, para verificar a luz polarizada. (BEGATIN et al., 2005).

7.3 Título: Desenvolvimento e Aplicação de uma Sequência Didática para o Ensino/Aprendizagem de Stereoquímica.

O artigo trata da elaboração e aplicação de uma sequência didática no processo ensino-aprendizagem de isomeria espacial dividido em etapas, primeiro foi elaborado um questionário levantando as concepções prévias dos estudantes. Logo após houve a problematização a partir da exibição e discussão de um vídeo sobre fármaco, em sequência uma pesquisa bibliográfica sobre articulação de compostos que apresentam isomeria espacial. No quarto momento aplicação do conteúdo, no quinto se fez uso de um software, na sexta etapa foi efetuada com experimento e a última etapa a socialização do projeto de pesquisa em uma Feira de Ciência. No decorrer da atividade desenvolvida, os autores podem perceber que houve uma aprendizagem do conteúdo químico de forma prazerosa e eficiente, indicando que aprendizagem significativa obteve sucesso (CHACON; SOUZA, 2016).

7.4 Título: Aprendendo os Conceitos Fundamentais de Isomeria a partir de uma Atividade Lúdica.

O trabalho constitui-se na montagem de moléculas pelos estudantes, utilizando materiais simples e de fácil aquisição: massa de modelar de duas cores diferentes, de modo que a primeira fosse o dobro da segunda e palitos de dentes. Após a aula teórica, foi dividida a turma em dois grupos, para cada grupo foi dada a massa de modelar e os palitos de dente, foi pedido a eles que construíssem um composto com a fórmula molecular C_4H_{10} , um grupo montou estrutura espacial de cadeia normal e outra ramificada, após montagem foram dispostos em uma mesa de modo que todos os alunos pudessem analisá-las. Posteriormente iniciou-se uma discussão em que as observações feitas para análise foi feita através de questionário que com os resultados obtidos perceberam que a atividade lúdica pode auxiliar a melhoria da aprendizagem (LIMA; SOUZA, 2017).

7.5 Título: Uma Proposta de Atividades Didáticas para o Ensino de Estereoquímica.

O trabalho de conclusão de curso traz 4 propostas para o ensino de estereoquímica: a primeira é sobre a construção de moléculas com isopor e varetas; a segunda trata da leitura do texto ibuprofeno usando a abordagem Ciência e Tecnologia e a Sociedade (CTS); a terceira é sobre a tecnologia a favor da estereoquímica e a quarta e última é sobre a influência da estereoquímica no odor e a rotação específica. São propostas que visam auxiliar o docente na complementação das aulas de estereoquímica (PEREIRA, 2015).

7.6 Título: O fenômeno da quiralidade.

O artigo é uma revisão dos principais tópicos abordados na estereoquímica que permite uma reflexão acerca da essência da quiralidade, conceituando, traz a sua importância, exemplifica esses isômeros com características sensoriais, o artigo visa auxiliar o professor na utilização de diferentes abordagens para introduzir o assunto de quiralidade (PAIVA., 2006).

7.7 Título: Fármacos e Quiralidade.

O artigo discute a relação da quiralidade com o efeito farmacológico dos fármacos e a interação desses fármacos com o organismo animal e as respostas biológicas associadas a essas interações, traz desde a história da estereoquímica, conceito, e exemplifica fazendo uso de medicamentos como o ibuprofeno, captopril e naproxeno. O artigo visa auxiliar o professor conforme descrito no tópico 5.6 (COELHO; 2001).

7.8 Título: O Desenvolvimento de um Polarímetro didático para o Ensino de Isomeria Óptica.

O artigo tem como objetivo viabilizar o ensino de isomeria óptica a partir da construção de um polarímetro com matérias alternativos, como uso de madeira para usar como base para o polarímetro e cano pvc, posteriormente foi utilizado com soluções de glicose (dextrógira), frutose (levógira) e sacarose (mistura racêmica) e água pura. É um trabalho que pode auxiliar o professor na sala de aula que pretende unir a teoria à prática (SULZBACH et al.; 2016).

7.9 Título: Ensino de Estereoquímica: Construção e Aplicação de um Modelo em Sala de Aula.

O trabalho de conclusão de curso propõe um modelo concreto visual que auxilia o aluno na compreensão das representações tridimensionais e bidimensionais das moléculas. A solução veio através do uso de transparência, tornando possível demonstrar a sobreposição das moléculas em diferentes representações, material utilizado foi papel A4 e transparência. Como os trabalhos descritos anteriormente a utilização das transparências auxiliou na compreensão do assunto (REZENDE., 2016).

7.10 Título: Desenhando Isômeros Ópticos.

O artigo emprega o software Chems sketch, da ACD/Labs na elaboração de estruturas impressas em folhas A4 e em transparências, para que o aluno possa visualizar as formas espaciais das moléculas e as alterações na configuração (REZENDE.; AMAURO.; FILHO; 2016).

7.11 Título: O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização.

O artigo traz uma crítica as formulas 2D e projeções em 3D no ensino de estereoquímica, bem como retrata os desafios do ensino da estereoquímica ao longo da década, e traz a importância da visualização para o ensino da estereoquímica, podendo direcionar o professor quanto o papel da visualização no o ensino da estereoquímica, dando uma maior abrangência ao assunto (RAUPP., PINO., 2013).

7.12 Título: Vladimir Prelog e a Estereoquímica das Moléculas Orgânicas - Um Centenário de Nascimento.

O artigo traz a biografia e as contribuições feita por Vladimir Prelog no campo da estereoquímica, podendo ser uma alternativa para que o professor possa fazer uma abordagem diferente para auxiliando no ensino (REZENDE., 2007).

7.13 Título: Uma Proposta para o Ensino de Estereoquímica cis/trans a partir de uma unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e do Uso de Modelagem Molecular.

O foco do artigo é o uso da modelagem molecular a partir do modelo de Moreira de UEPS, para o ensino de estereoquímica *cis/trans* do 2-buteno. Conta com uma situação inicial em primeiro momento, o professor introduz uma ou mais situações-problema para preparar uma abordagem mais concreta sobre os conteúdos a serem desenvolvidos, exemplifica o software a ser utilizado, para esse trabalho foi utilizado o *software Spartan 8*. No segundo momento se faz uma nova rodada de situação-problema abordando conhecimentos mais complexos, no terceiro momento ocorre um aprofundamento do tema em uma aula expositivo-dialogada, o professor irá abordar os conhecimentos envolvidos na atividade da situação inicial. No quarto momento uma nova situação-problema onde os alunos farão duas simulações previamente elaboradas pelo professor, utilizando o *software Spartan 8*. No quinto momento ocorre na sequência uma avaliação individual, no sexto momento aula integradora final, o professor utiliza as respostas dos estudantes aos questionários anteriores para conduzir essa etapa. Na sétima etapa buscou-se indícios de ganho cognitivo nos estudantes no nível microscópico e das representações e na última etapa ocorre a avaliação da UEPS, deve ser constantemente analisada sob o ponto de vista da efetividade do cumprimento dos seus objetivos. Essa avaliação é feita na medida que os estudantes conseguem obter um domínio progressivo dos conceitos abordados na sequência didática (RAMOS; SERRANO, 2015).

7.14 Título: A importância Farmacêutica de Fármacos Quirais.

O artigo versa sobre uma visão geral sobre a importância da quiralidade especialmente em fármacos enantiomericamente puros, bem como a importância desses medicamentos para a comercialização. Esse artigo como os descritos anteriores complementam o professor podendo ele fazer uso para auxiliar na explicação de enantiômeros (ORLANDO., et al., 2007).

7.15 Título: Estereoquímica no Ensino Superior; historicidade e contextualização em livros didáticos de Química Orgânica.

O artigo traz um breve histórico da estereoquímica e suas definições e uma crítica de como esses aspectos estão sendo abordados nos livros didáticos, e também apresenta proposta de temas que podem ser abordados na sala de aula, como gorduras *trans*, fármacos e quiralidade, a estereoisomeria relacionada a visão, sabores e aromas dos isômeros entre outros (RAUPP; PINO, 2015).

7.16 Título: Medicamentos Quirais: da dimensão química à discussão política.

O artigo discute aspectos conceituais dos medicamentos quirais, correspondendo a substâncias enantiomericamente puras, e o impacto no mercado mundial e a expansão crescente do mesmo levando a crer que existe uma tendência nítida a que a produção de medicamentos quirais possa, em breve, representar uma nova forma de domínio por parte das empresas hegemônicas (BERMUDEZ.; BARRAGAT., 1996).

7.17 Título: Construção de Modelos Moleculares com Material Alternativo e sua Aplicação em Aulas de Química.

O artigo trata-se da confecção de modelos moleculares a partir de materiais encontrados no cotidiano como alternativa no processo de ensino-aprendizagem nos conteúdos de estereoquímica. Os materiais utilizados foram canudos coloridos, bolas retiradas do desodorante rollon, hastes flexíveis sem algodão e com algodão. As bolas foram pintadas de cores diferentes a fim de diferenciar e melhorar a visualização dos diferentes átomos presentes na molécula. As perfurações para as ligações com seus devidos ângulos foram feitas nas bolas (átomos) com a utilização de cálculos matemáticos. Foram confeccionados modelos para as seguintes moléculas: hidreto de berílio (BeH_2), água (H_2O), amônia (NH_3), hidreto de boro (BH_3), metano (CH_4), pentacloreto de fósforo (PCl_5), hexafluoreto de enxofre (SF_6), tetrafluoreto de enxofre (SF_4), (*S*) e (*R*)-clorofluoretano, *cis* e *trans*-1,2-dicloroeteno, (*1S*, *2S*) e (*1S*, *2R*) 1,1-clorofluor-2-cloropropano, *cis* e *trans*-1,2-diclorociclopentano, *cis* e *trans*-1,4-diclorocicloexano, *cis* e *trans*-1,3-diclorocicloexano, *cis* e *trans*-1,2-diclorocicloexano (SILVA., SOUZA., FILHO., 2017).

7.18 Título: Uso de um Software de Construção de Modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica: Um Estudo de Caso na Teoria de Mediação Cognitiva.

O artigo tem como foco a aplicação de um software com alunos do ensino médio na construção de modelos moleculares para o estudo e compreensão de isomeria. Iniciando com uma breve revisão sobre os conceitos e tipo de isomeria, após a revisão houve uma aplicação de um pré-teste, logo em seguida foi utilizado o programa ChemSketch 10.0, para representar as moléculas, posteriormente passado algumas semanas sem o uso do software foi aplicado um segundo testes, onde os alunos tiveram que representar tridimensionalmente moléculas através de desenhos isômericos (RAUPP., et al 2010).

Dentre o levantamento feito foi observado que a maioria dos artigos trazem uma revisão sobre o conteúdo estereoquímica, jogos lúdicos, confecção de modelos moleculares ou o uso de programas computacionais para o ensino em três dimensões de estereoquímica, bem como temas transversais com foco na importância do estudo da quiralidade.

Acredita-se que quantos mais pesquisas de cunho didático forem realizadas com objetivo de facilitar o processo ensino-aprendizagem da estereoquímica, estas venham contribuir em novas edições desse tema presente nos livros didáticos, mas também como fonte na elaboração da aula pelo professor.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desse trabalho mostra que o livro como auxiliador ao professor, é de fundamental importância que se faça uma análise crítica em busca do qual melhor se adequa a finalidade do espaço educacional, os aspectos necessários para uma educação de qualidade devem estar em primeiro plano. O professor como mediador desse conhecimento deve ter o discernimento em unir o conhecimento do aluno ao seu cotidiano, visto que a educação está voltada a transforma-lo em um agente participativo, social e crítico.

A aquisição do conteúdo de estereoquímica torna-se difícil em entender as relações espacial das moléculas, então o professor tem um papel fundamental em fazer essa transposição para o aluno, para isso fazer bom uso de um material que facilite essa aprendizagem é fundamental. O livro de Usberco e Salvador, de Martha Reis, e Ricardo Feltre trata o assunto de estereoquímica abordando conteúdos de suma importância para o ensino de compostos tridimensionais, diferentemente do Ser Protagonista que aborda o assunto de forma mais superficial, e de Marcelo Pulido que não traz complementos que visam uma melhor explicação do conteúdo.

Os autores selecionados apresentam no capítulo informações históricas e relacionadas com o cotidiano, no entanto em diferentes níveis de aprofundamento e com abordagens distintas. Após analisar os livros didáticos de orgânica do ensino médio, verificou-se uma melhor abordagem no Livro de Usberco e Salvador e Martha Reis, a utilização desses livros fará com que o professor utilize o conhecimento científico em conjunto com a contextualização abordada.

A busca por literatura nessa área mostra que as informações podem fazer junto ao livro didático um valioso recurso para o ensino de estereoquímica aos professores que buscam uma abordagem mais ampla e significativa do tema e não somente restrito a conceitos, classificação, estruturas, propriedades físicas e nomenclatura dos compostos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, Murilo et al. **Ser Protagonista**. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.
- BAGATIN, Olga. et al. **Rotação de luz polarizada por moléculas quirais: Uma Abordagem Histórica com Proposta de Trabalho em Sala de aula**. Química Nova na Escola, n. 21, p. 34-38, 2005.
- BERMUDEZ, J. A. Z; BARRAGAT, P. **Medicamentos Quirais: da dimensão química à discussão política**. Cadernos de saúde pública, v. 12, n. 1, p. 47-51, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio- Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Vol. 2. Brasília: mec/seb, 2006.**
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Fundamental (SEF). **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais parte I Brasília: MEC/SEF, 1997.**
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e tecnologia (Semtec). **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais, parte I. Brasília: mec/semtec, 2015?**
- CHACON, E. P.; DE SOUZA, K. R.A.P. **Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o Ensino-aprendizagem de estereoquímica**. Revista Ciências & Ideias, v. 7, n. 3, p. 167-181, 2016
- COELHO, F.A.S. **Fármacos e quiralidade**. Química Nova na Escola, n 3, p.23-22, 2001.
- COSTA; LIMA; SANTOS. **A importância dos livros didáticos no ensino de química: uma análise dos livros de química na escola Estadual Orlando Venâncio dos Santos**. Revista CONEDU, Campina grande, p.3, 2015
- CUNHA, M. B. **Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula**. Química Nova na Escola, v.34, n.2, p. 92-98,2012.
- DE LIMA, J.O.G.; SOUZA, J.R. **Aprendendo os Conceitos Fundamentais de Isomeria a Partir de Uma Atividade Lúdica**. Experiências em Ensino de Ciências, v.12, n.6,2017.

DE LIMA, J.O. G. **Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química.** Revista Espaço Acadêmico, n.136, p.95-101, 2012.

DE SOUZA, Salete Eduardo; DE GODOY DALCOLLE, Gislaïne Aparecida Valadares. **O uso de recursos didáticos no ensino da escola.**2007.

FARIAS RAMOS, Adriana; SERRANO, Agostinho. **Uma proposta para o ensino de estereoquímica cis/trans a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) e do uso de modelagem molecular.** Experiências em Ensino de Ciências, v.10, n.3,2015.

FELTRE, Ricardo. **Química: química orgânica.** 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FERNA, J.M. **Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o ensino Médio.** Química Nova na Escola, São Paulo, v. 39, n 2, p. 186-194, 2017.

FIALHO, N.N.; FILHO, R. P. V.; SCHMITT, M.R. **O uso de mapas conceituais no ensino da tabela periódica: Um Relato de Experiência Vivenciado no PIBID.** Química Nova na Escola, São Paulo, v. XX, n YY, p.1-9, 2018.

FILHO, E.B. et al. **Palavras cruzadas como recurso didático no ensino de teoria atômica.** Química Nova na Escola, v. 31 n. 2, p.88-95, 2005.

FREITAS FILHO, João Rufino et al. **Brincoquímica: Uma Ferramenta Lúdico-Pedagógica para o Ensino de Química Orgânica.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 1, 2015.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química.** 1. ed. ed. São Paulo: Ática, 2014.

LIBÂNEO, J.C. **Didática.** São Paulo: Cortes, 2004.

ORLANDO, R. M.; FILHO, N.C.; GIL, E. S.; STRINGHETTA, J. P. S. **Importância farmacêutica de fármacos quirais.** Revista Eletrônica de Farmácia, v. 4, n. 1, 2007.

PAIVA, Ana Paula. **O fenômeno da quiralidade.** Boletim Sociedade Portuguesa de Química, v. 103, p. 56-61, 2006.

PEREIRA, Aline Imaculada. **Uma Proposta de Atividades Didáticas para o Ensino de Estereoquímica**. 2015. Trabalho de conclusão do curso (Licenciado em Química). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2015.

PULIDO, Marcelo Dias. **Conexões com a química**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

DA SILVA, Airton Marques. **Proposta para tornar o ensino de química mais atraente**. Revista de química industrial, n. 731, p.7-12, 2011.

RAUPP, Daniele Trajano; DEL PINO, José Cláudio. **Estereoquímica no Ensino Superior: historicidade e contextualização em livros didáticos de Química Orgânica**. Acta Scientiae, v. 17, n. 1, 2015.

RAUPP, D. T.; DEL PINO, J.C. O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9.;2013, Águas de Lindoia. **Anais...** São Paulo. ABRAPEC.2013.

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

REZENDE, Gláucia Aparecida Andrade Rezende. **Ensino de Estereoquímica: Construção e Aplicação de um Modelo em Sala de Aula**.2016. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2016.

. REZENDE, C. M. **Vladimir Prelog e a estereoquímica das moléculas orgânicas: Um Centenário de Nascimento**. Química Nova na Escola, v. 30, n .4, p.1046-1053,2007.

REZENDE, G.A.A.; AMAURO, N.Q.; FILHO, G.R. **Desenhando isômeros ópticos**. Química nova na escola, São Paulo, n. 2, p.133-140, 2016.

SILVA. T.S.; SOUZA.J.J.N.; FILHO. J.R.C.de.; **Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de química**. Experiências em Ensino de Ciências, v.12, n.2, 2017.

SULZBACH, Ana Cristina; LÜDKE, Everton. O desenvolvimento de um polarímetro didático para o ensino de isomeria óptica. Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18.; 2016, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina: ENEQ, 2016.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química:** química orgânica, 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

WARTHA, E.J. e ALÁRIO, A.F. **A contextualização no ensino de química através do livro didático.** Química Nova na Escola, São Paulo, n. 22, p. 42-47, 2005.

ANEXO

Anexo 1- Atividade experimental presentes nos livros didáticos analisados.

Livro: Ser Protagonista - Murilo Tissoni Antunes

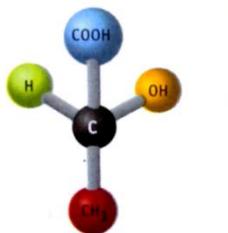
Atividade experimental: isomeria óptica do ácido láctico.

Objetivo: visualizar por meio de modelos o fenômeno da isomeria óptica.

Material: esferas de isopor, palitos de churrasco, tinta plástica azul, verde, amarela, vermelha e preta, pincel e espelho.

Procedimento:

- 1- Utilize esferas de isopor e palitos de churrasco para montar uma molécula tetraédrica. Nessa molécula, o átomo central é o do carbono, e as esferas ligadas a ele representarão os grupos -COOH, -OH, -CH₃ e -H, que formam a molécula do ácido láctico. Escolha uma cor para cada um desses grupos e pinte as esferas de isopor com a tinta plástica, como no exemplo a seguir.



Fonte: AMj Studio/D/BR, 2013

- 2- Coloque o modelo diante de um espelho. Observe a imagem formada no espelho e a desenhe no seu caderno.
 - 3- Agora, construa um modelo idêntico ao desenho no seu caderno, respeitando o esquema de cores.
 - 4- Depois de montado o novo modelo, tente sobrepô-lo ao original.
- Analise e discuta

- 1- Dê o nome oficial da molécula do ácido láctico.
- 2- Se o modelo original representa a molécula do d-ácido láctico, qual isômero óptico dessa molécula foi formado na imagem do espelho?
- 3- Por que não é possível sobrepor uma molécula à outra? Se substituíssemos o grupo -OH por um átomo de hidrogênio, as moléculas poderiam ser sobrepostas? Justifique.
- 4- A molécula do d-ácido láctico desvia o plano de luz polarizada? Em caso afirmativo, para qual lado (esquerdo ou direito)? Justifique.
- 5- Pode-se dizer que o átomo de carbono central da molécula do d-ácido láctico é simétrico? Justifique.

Anexo 2 - Livro: Química- Martha Reis

Atividade experimental: Construção de modelos – enantiômeros

Material necessário: 2 xícaras de chá de farinha de trigo, 1 xícara de chá de sal, 1 xícara de chá de água(pode ser necessário um pouco mais), 2 colheres de sopa de óleo(mineral ou vegetal), corante alimentício em 4 cores diferentes ou pó para fazer suco em 4 cores diferentes (uva, limão, laranja, morango, por exemplo), tigela ou bacia de plástico, palitos de dente, 1 espelho pequeno, desses usados para maquiagem.

Como fazer:

Coloque a farinha e o sal na tigela. Misture bem (pode usar as mãos mesmo, previamente limpas). Vá acrescentado a água aos poucos e mexendo com as mãos até que a mistura adquira a consistência de massa de pão.

- I. Separe a massa em 5 partes iguais. Deixe uma de lado e acrescente corantes ou pó de suco às outras 4 partes da massa, separadamente. A ideia é obter massa de modelar de 5 cores diferentes. Amasse bem cada uma delas para homogeneizar. Para economizar, você pode utilizar apenas dois corantes diferentes, por exemplo amarelo e azul. Misturando os dois, você obtém uma terceira cor, no caso verde. As outras duas partes de massa podem ser de tonalidades diferentes de uma mesma cor. Por exemplo, em uma das partes da massa você acrescenta mais corante ou pó de suco para obter uma tonalidade intensa e, na outra, acrescenta pouco para obter uma tonalidade clara.
- II. Pegue uma cor de massa (a mais intensa) para ser o carbono (átomo central). Faça uma bolinha com ela. Quebre dois palitos de dente ao meio e espete-os em quatro pontos de bolinha para formar um tetraedro.
- III. Faça bolinha de 4 cores diferentes e espete-as na extremidade livre de cada palito.

Repita a operação a partir do item II, tomando cuidado para colocar as bolinhas coloridas no modelo anterior. (Chamaremos esses dois modelos idênticos de A).

Repita novamente a operação a partir do item II, invertendo a posição das bolinhas coloridas ligadas a bolinha central (átomo de carbono) em relação à posição que você escolheu anteriormente. (Chamaremos esse outro modelo de B.)

Investigue

1. Tente posicionar os modelos A um sobre o outro, de modo que as bolinhas de cores iguais fiquem exatamente na mesma direção. O que você observa?
2. Pegue agora um modelo A e um modelo B. Tente posiciona-los um sobre o outro, de modo que as bolinhas de cores iguais fiquem exatamente na mesma direção. O que você observa?
3. Coloque um modelo A em frente ao espelho. Tente agora posicionar o outro modelo A ao lado do espelho, de modo que ele fique na mesma posição?
4. Mantenha o modelo A em frente ao espelho. Tente agora posicionar o modelo B ao lado do espelho, de modo que fique na mesma posição da imagem do modelo A. o que você conclui?