



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Unidade Acadêmica de Licenciatura e Formação Geral
Curso de Licenciatura em Química – Campus João Pessoa

FELIPE ANTONIO TAVEIRA DE OLIVEIRA

**UMA PROPOSTA DE AULA EXPERIMENTAL UTILIZANDO MATERIAIS
ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE ISOMERIA ÓPTICA**

JOÃO PESSOA – PARAÍBA

2022

FELIPE ANTONIO TAVEIRA DE OLIVEIRA

**UMA PROPOSTA DE AULA EXPERIMENTAL UTILIZANDO MATERIAIS
ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE ISOMERIA ÓPTICA**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Anderson S M Simões

JOÃO PESSOA – PARAÍBA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

O48p Oliveira, Felipe Antonio Taveira de.

Uma proposta de aula experimental utilizando materiais alternativos para o ensino de isomeria óptica / Felipe Antonio Taveira de Oliveira. – 2022.

51 f. : il.

TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica de Licenciatura e Formação Geral, 2022.

Orientação : Prof^o D.r Anderson Sávio Medeiros Simões.

1. Ensino de química. 2. Isomeria óptica. 3. Prática experimental. 4. Material alternativo. I. Título.

CDU 37:544.12(043)



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Unidade Acadêmica de Licenciatura e Formação Geral
Curso de Licenciatura em Química – Campus João Pessoa

FELIPE ANTONIO TAVEIRA DE OLIVEIRA

**UMA PROPOSTA DE AULA EXPERIMENTAL UTILIZANDO MATERIAIS
ALTERNATIVOS PARA O ENSINIO DE ISOMERIA ÓPTICA**

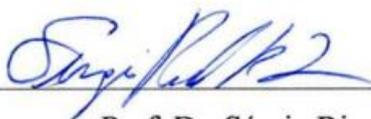
Monografia apresentada ao Curso Superior de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do título em licenciado em Química.

Data da defesa: 19/12/2022

Banca examinadora:



Prof. Dr. Anderson Sávio Medeiros Simões



Prof. Dr. Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos



Prof. Me. Maurício Vicente

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, a minha namorada, aos professores e amigos que sempre me apoiaram nessa longa caminhada da vida acadêmica.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a minha família e a Deus por me darem força nas horas mais difíceis ao longo da minha formação acadêmica. Especialmente a minha mãe, Irenalda Soares e ao meu padrasto Germano Fernandes, que sempre acreditaram no meu potencial e nunca me deixaram desistir mesmo nos momentos difíceis. A minha namorada Nathália Macêdo pelo o incentivo e compreensão ao longo de quatro anos, e a minha prima Ingridy Soares, que também esteve presente nessa caminhada.

Ao IFPB por proporcionar uma educação de qualidade e, em muitos momentos, ajudar na permanência de muitos estudantes nos cursos técnicos e superiores ofertados.

Aos professores do curso de licenciatura em Química, Campus João Pessoa, pelos ensinamentos que irão me acompanhar por toda vida.

Ao meu orientador Anderson Simões por sua dedicação, apoio e competência durante todo esse período de elaboração do TCC. Aos professores Edvaldo Amaro e Sérgio Ricardo por terem contribuído e incentivado pela escolha e elaboração desse tema.

Aos meus amigos do curso de licenciatura em Química, em especial aqueles que tive a oportunidade de conviver ao longo de quatro anos.

EPÍGRAFE OU PENSAMENTO

"Nós escolhemos a esperança em vez do medo. Nós vemos o futuro não como algo fora de controle, mas como algo que podemos moldar para melhor por meio de um esforço combinado e coletivo."

(Barack Obama)

RESUMO

A utilização das práticas experimentais no Ensino de Química é uma ferramenta essencial para que os discentes realizem novas descobertas e ampliem o pensamento científico acerca da disciplina. Ademais, a experimentação proporciona ao docente contextualizar os conteúdos da Química de forma a levar ao estudante aspectos que estão no seu cotidiano, saindo da linha de abstração que gera uma elevada dificuldade na compreensão da disciplina. Nas aulas referentes ao conteúdo de Estereoquímica, uma das maiores adversidades dos alunos é na compreensão de aspectos relacionados às características ópticas das moléculas que apresentam carbono assimétrico em sua estrutura. Nesse sentido, essa proposta de aula experimental teve por objetivo a construção de um polarímetro, utilizando materiais alternativos, que mostrou as características de compostos orgânicos na abordagem do conteúdo de Isomeria Óptica na turma do 4º ano do curso de Instrumento Musical IFPB, Campus João Pessoa. Esse experimento partiu com fim de tornar o assunto discutido em sala de aula de maior compreensão por parte dos discentes. As substâncias utilizadas foram a glicose, a sacarose e a glicerina, que foram analisadas pelos discentes numa aula experimental realizada em dois momentos. Na primeira discussão, foi abordada uma breve revisão acerca do conteúdo, demonstrando os principais conceitos sobre o assunto trabalhado. Na segunda etapa, houve a análise das substâncias e as discussões das suas características, além da contextualização do assunto utilizando o exemplo da talidomida para a explicação do conceito de enantiômeros. Ao fim da prática, foi distribuído um questionário com sete perguntas simples acerca do conteúdo trabalhado e a importância das aulas experimentais. No mais, a proposta se mostrou bastante proveitosa, na medida em que trouxe a temática das práticas experimentais em conjunto com a utilização de materiais alternativos, auxiliando para uma aprendizagem mais crítica e significativa para os discentes ao relacionar os conceitos teóricos com a experimentação, distanciando-se das aulas meramente expositivas.

Palavras-chave: Práticas experimentais; Ensino de Química; Materiais alternativos; Isomeria Óptica.

ABSTRACT

The use of experimental practices in Chemistry Teaching is an essential tool for students to make new discoveries and expand scientific thinking about the discipline. Moreover, experimentation allows the teacher to contextualize the contents of Chemistry in order to bring to the student aspects that are in their daily life, leaving the line of abstraction that generates a high difficulty in understanding the discipline. In classes related to the Stereochemistry content, one of the students' greatest adversities is in understanding aspects related to the optical characteristics of molecules that have asymmetric carbon in their structure. In this sense, this proposal for an experimental class aimed at building a polarimeter, using alternative materials, which showed the characteristics of organic compounds in approaching the content of Optical Isomerism in the 4th year class of the Musical Instrument course IFPB, Campus João Pessoa. This experiment started with the aim of making the subject discussed in the classroom more understandable by the students. The substances used were glucose, sucrose and glycerin, which were analyzed by the students in an experimental class held in two moments. In the first discussion, a brief review of the content was addressed, demonstrating the main concepts on the subject worked. In the second stage, there was the analysis of the substances and the discussion of their characteristics, in addition to contextualizing the subject using the example of thalidomide to explain the concept of enantiomers. At the end of the practice, a questionnaire was distributed with seven simple questions about the content worked and the importance of experimental classes. Moreover, the proposal proved to be very useful, insofar as it brought the theme of experimental practices together with the use of alternative materials, helping students to learn more critically and meaningfully by relating theoretical concepts to experimentation, distancing away from merely expository classes.

Keywords: Experimental practices; Chemistry teaching; Alternative materials; Optical Isomerism.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Classificação da isomeria..... | 16 |
| Figura 2- Isômeros constitucionais..... | 17 |
| Figura 3- Isômeros de cadeia..... | 17 |
| Figura 4- Isômeros de posição..... | 18 |
| Figura 5- Isômeros de compensação..... | 18 |
| Figura 6- Isômeros de função..... | 18 |
| Figura 7- Equilíbrio ceto-enólico..... | 19 |
| Figura 8- Modelo das moléculas cis-trans do 1,2-dicloroeteno..... | 20 |
| Figura 9- Estrutura em compostos cis-trans que apresentam dupla ligação..... | 21 |
| Figura 10- Alqueno tetrassubstituído | 21 |
| Figura 11- Prioridade dos grupos para o sistema de nomenclatura E/Z..... | 21 |
| Figura 12- Diastereoisomeria em compostos cíclicos..... | 22 |
| Figura 13- Representação de uma molécula quiral..... | 23 |
| Figura 14- Representação de uma molécula aquiral..... | 23 |
| Figura 15- Representação centro quiral..... | 24 |
| Figura 16- Representação de pares de enantiômeros da talidomida..... | 25 |
| Figura 17- Representação de pares de enantiômeros..... | 25 |
| Figura 18- Enantiômeros do 2-butanol..... | 26 |
| Figura 19- Prioridade dos ligantes..... | 26 |
| Figura 20- Projeção de Newman para designação do sistema R/S..... | 27 |
| Figura 21- Representação dos enantiômeros seguindo a designação R/S..... | 27 |
| Figura 22- Esquema representativo da luz não polarizada..... | 28 |
| Figura 23- Representação da luz plano-polarizada..... | 28 |
| Figura 24- Representação do primeiro polarímetro elaborado por Jean Baptiste Biot..... | 29 |
| Figura 25- Um polarímetro moderno..... | 29 |
| Figura 26- Esquema representativo de um polarímetro..... | 30 |
| Figura 27- Estrutura do equipamento..... | 34 |
| Figura 28- Filtro polarizador inserido ao equipamento..... | 34 |
| Figura 29- Equipamento finalizado..... | 35 |
| Figura 30- Substâncias analisadas..... | 36 |
| Figura 31- Análise de uma substância opticamente inativa..... | 36 |
| Figura 32- Análise óptica da sacarose..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Figura 33- Discussão acerca dos principais tópicos sobre isomeria..... | 39 |
| Figura 34- Realização das análises..... | 39 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 OBJETIVOS | 12 |
| 2.1. OBJETIVO GERAL..... | 12 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 3.1. O ENSINO DE QUÍMICA | 13 |
| 3.2. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA | 14 |
| 3.3. ISOMERIA | 16 |
| 3.3.1. ISOMERIA PLANA..... | 17 |
| 3.3.2. ISOMERIA ESPACIAL OU ESTEREOQUÍMICA | 19 |
| 3.3.3 ESTEREOISÔMEROS..... | 20 |
| 3.3.3.1. ISOMERIA GEOMÉTRICA..... | 20 |
| 3.3.3.2. QUIRALIDADE E ISOMERIA ÓPTICA..... | 23 |
| 3.3.4. POLARIZAÇÃO DA LUZ..... | 27 |
| 3.3.5. POLARÍMETRO | 28 |
| 3.4. USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NA EXPERIMENTAÇÃO | 31 |
| 4 METODOLOGIA..... | 32 |
| 4.1. MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO | 32 |
| 4.2. VOLUNTÁRIOS DA PESQUISA | 33 |
| 4.3. COLETA E ANÁLISE DE DADOS | 33 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 34 |
| 5.1. CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO..... | 34 |
| 5.2. TESTES REALIZADOS | 35 |
| 5.3. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO | 38 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 43 |
| 7 REFERÊNCIAS..... | 44 |
| APÊNDICE I | 47 |

1 INTRODUÇÃO

Embora a Química esteja presente de forma atuante em nossa sociedade, principalmente relacionada a medicamentos, vestuário, alimentação, combustíveis, geração de energia e meio ambiente, ainda é pouco evidenciado que a utilização de tais temas seja correlacionada a um conhecimento científico que permita aos estudantes a compreensão das mudanças que essa área mobiliza nos diversos níveis educacionais (ALVES; SANGIOSO; PASTORIZA, 2021).

Dessa forma, há algum tempo, o ensino de Química tem buscado novas metodologias e abordagens dentro de uma perspectiva construtiva que busque valorizar a mediação entre os docentes e os discentes para que superem a barreira de um ensino meramente tradicional (ALVES; SANGIOSO; PASTORIZA, 2021).

Diante das dificuldades encontradas no ensino atual, é nítido os índices elevados de reprovação, bem como os altos indicadores de evasão, que é acarretado pelo fato de muitos estudantes já dividirem o horário escolar com o trabalho ou até mesmo pela adversidade dos serviços básicos como transporte público que dificulta a chegada dos alunos aos locais de estudo, atrelado a esses fatores é evidente a falta do conhecimento básico sobre a disciplina (DAITX; DE QUADROS; STRACK, 2016). Dessa maneira, faz-se necessário buscar propostas que visem diminuir essa péssima realidade de ensino.

Dentro dessas metodologias e abordagens, encontra-se a experimentação no ensino de Química. Nesse contexto, a experimentação se torna uma estratégia eficiente de forma que contextualiza problemas reais e confere uma linha de raciocínio apta a estimular questionamentos. Sendo assim, é possível evidenciar de forma indiscutível, que novas abordagens educacionais apresentam ferramentas que auxiliam a colaboração e ampliam a interação entre os alunos e os professores (DA SILVA, 2016).

Nesse sentido, de acordo Da Silva (2016, p.16):

Portanto, diante da situação em que a educação se encontra, o uso da experimentação, utilizando-se de materiais de fácil acesso e baixo custo, torna-se uma ferramenta valiosa. Os problemas são encontrados diariamente na profissão do docente, mas uma reestruturação na infraestrutura escolar, como laboratórios mais equipados, material didático, dentre outros itens necessários ao desenvolvimento das atividades acabam sendo essenciais.

Por conseguinte, é sabido que inúmeras pesquisas que fazem uso da experimentação se mostram

adequadas aos métodos de ensino-aprendizagem, pois na maior parte dos casos utilizam simples técnicas nas abordagens, além de proporcionar maneiras de trabalhar com a Química de forma alternativa, visto que fazem a utilização de aparatos simples e de fácil manuseio.

No campo das práticas experimentais no ensino de Química, situa-se a Estereoquímica, na qual a Isomeria Óptica é o foco principal de estudo.

A Isomeria Óptica ocorre com maior frequência dentro da Química Orgânica, já que o carbono pode realizar inúmeras ligações com diferentes arranjos espaciais. Moléculas que apresentam atividade óptica devem ter em sua estrutura pelo menos um centro quiral, que também pode ser chamado de carbono assimétrico (REZENDE, 2016).

Para entender o fenômeno da atividade óptica, faz-se necessário tomar conhecimento acerca da natureza da luz, pois segundo Carey (2011, p.311):

O fato experimental que levou van't Hoff e Le Bel a propor que as moléculas com mesma constituição poderiam diferir na disposição de seus átomos no espaço estava relacionada à propriedade física da atividade óptica. Atividade óptica é a capacidade de uma substância quiral girar o plano da luz polarizada e sua medição é feita usando um instrumento chamado de polarímetro.

Por conseguinte, é importante que experimentos sejam aplicados em sala de aula, como forma de ampliar a atuação e a participação dos discentes e propor métodos alternativos para que os docentes se desvinculem do método tradicional de ensino. Porém, também é necessário ressaltar que nem todas as escolas têm o suporte necessário para que essas práticas sejam ofertadas. Sendo assim, deve-se buscar propostas que proponham experimentos de baixo custo, de fácil e rápida execução e que se utilizem materiais alternativos (SOARES, 2004).

Nesse sentido, diante das inúmeras dificuldades encontradas no ensino de Química Orgânica, esta proposta de aula experimental visa auxiliar no processo de ensino-aprendizagem acerca da temática de Isomeria Óptica. Pois, ainda que a Química esteja presente no nosso cotidiano, no caso em destaque, principalmente no uso dos fármacos quirais aplicados na medicina, ainda é pouco observada uma abordagem fundamentada na prática experimental que proponha métodos que auxiliem os docentes a formarem um pensamento científico e interdisciplinar sobre o assunto abordado em sala de aula.

Sendo assim, essa proposta busca novas formas metodológicas que contribuam a fim de construir uma interatividade entre o professor e o aluno para fugir da forma tradicional de ensino e, por conseguinte, reduzir as dificuldades encontradas pelos docentes e também pelos discentes. Além disso, as aulas experimentais propõem conexões que colocam o aluno inserido no conhecimento científico e o ajudam a impor as temáticas apresentadas pelo professor ao seu

dia a dia. Nesse ponto, uma abordagem experimental contextualizada do ensino de Química se torna uma peça fundamental nos métodos de ensino-aprendizagem. Dessa forma, Wartha et al. (2005, p.43) afirma que:

Contextualizar é construir significados e significados não são neutros, incorporam valores, porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo da descoberta. O entendimento do significado da contextualização é fundamental para que se possam desenvolver estratégias de ensino que favoreçam e preparam para o exercício da cidadania.

Por fim, faz-se necessário ressaltar que essa proposta de aula experimental ao focar no campo da Química Orgânica, com ênfase nas moléculas quirais, tem por meta estabelecer relações entre os sistemas biológicos, bioquímicos e farmacêuticos, de modo a proporcionar ao aluno do ensino médio um entendimento adequado a fim de compreender e diferenciar as propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos que apresentam atividade óptica.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Elaborar uma proposta de aula experimental utilizando materiais alternativos para alunos do ensino médio acerca do assunto de Isomeria Óptica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um equipamento com materiais alternativos a fim de identificar compostos que apresentam atividade óptica;
- Refletir acerca da importância das aulas experimentais no ensino de Química;
- Identificar as dificuldades encontradas pelos alunos para proporcionar métodos de ensino que os ajudem a compreender o conteúdo de Isomeria Óptica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O ENSINO DE QUÍMICA

Estudos demonstram que o ensino de Química atual tem buscado se estruturar em torno de atividades que levam a simples memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o saber dos alunos, fator esse que contribui para uma desmotivação na formação escolar dos estudantes. Frequentemente, observamos que docentes e discentes não compreendem a real finalidade de se ensinar e estudar Química. Por conseguinte, é necessário enfatizar as contribuições que essa ciência possibilita no desenvolvimento de uma concepção crítica não só na formação escolar, como também na construção de cidadania, na medida em que permite ao aluno utilizar o aprendizado proposto em sala de aula para a resolução de problemas sociais, atuais e relevantes para a coletividade (SANTOS et al., 2013).

A preocupação com o ensino de Química é acompanhada também na formação docente, porquanto, apesar de existirem cursos de excelência em nossas universidades, quando comparado as de outros países, eles ainda apresentam inúmeras deficiências, como, por exemplo, matriz curricular com fortes vínculos com o bacharelado e a falta de investimentos e equipamentos adequados para pesquisa. Esses fatores provocam uma má formação acadêmica atrelada a uma desvalorização no mercado profissional. Dessa forma, pode-se observar o reflexo dessa realidade já na primeira fase da educação básica, na qual os docentes estão a cada ano procurando alternativas fora da licenciatura (LIMA, 2012).

Outro problema enfrentado pelos docentes no âmbito escolar é a falta de autonomia para apresentar propostas inovadoras de ensino. Há professores que não encontram independência para implementar técnicas pedagógicas que fiquem desvinculadas dos métodos tradicionais de ensino, o que os levam a produzir conteúdo no campo exclusivamente expositivo. Esse aprendizado meramente repetitivo, descontextualizado e limitado, além de não incentivar os docentes na busca de novos conhecimentos e alternativas para âmbito pedagógico, encontra-se cada vez mais desarticulado com a realidade educacional que deve ser proposta aos estudantes. Portanto, faz-se necessário que os docentes tenham plena liberdade para propor estratégias aptas a romper com atual modelo de ensino tradicional, buscando implementar métodos que auxiliem os discentes numa formação construtiva de ensino atrelado a fatos cotidianos e contextualizados com a realidade social (DE LUCA, s.d).

Dessa maneira, é necessário repensar o Ensino de Química a fim de torná-lo desafiador e estimulante, propondo ao discente à construção de um saber científico. Conseqüentemente,

não se deve formular o ensino dessa ciência experimental apenas como meros questionamentos pré-concebidos e com respostas acabadas. É preciso que o saber químico seja abordado ao discente de maneira que o possibilite exercer uma composição de conhecimento ativo e interligado ao seu ambiente, enfatizando que esse lugar faz parte do espaço onde ele é protagonista e corresponsável (LIMA, 2012).

Na incessante busca de melhorias para o ensino, a contextualização é uma ferramenta essencial a fim de ampliar o olhar crítico dos estudantes. Dessa forma, contextualizar o conteúdo em sala de aula significa demonstrar que os conceitos abordados envolvem uma relação entre o sujeito e o objeto. Sendo assim, a contextualização é exposta como um recurso no qual se busca despertar um novo significado ao conhecimento do discente, possibilitando uma aprendizagem mais relevante (WHARTA; DA SILVA; BEJARANO, 2013).

Além disso, segundo Da Silva (2007), essa contextualização deve estar atrelada a uma prática pedagógica com ênfase em assuntos relacionados ao dia a dia do estudante. Por conseguinte, é evidente que quando os docentes interligam tais pontos há uma forte percepção que o aluno se sente inserido no campo da ciência, aumentando a sua motivação e curiosidade no decorrer das aulas.

Outro ponto extremamente relevante no cenário atual no Ensino de Química no país é a importância das aulas práticas experimentais. Segundo Da Silva (2016), embora as escolas não apresentem uma estrutura adequada para as atividades experimentais, os docentes podem recorrer à utilização de materiais alternativos, tendo em vista o seu baixo custo e o fácil acesso a esses instrumentos.

Dessa maneira, segundo Chassot (2000, *apud* ALMEIDA, 2011, p.20), o Ensino de Química não deve ser explanado através de conceitos soltos, mas sim deve-se interligar todos esses conceitos. Ademais, faz-se necessário desenvolver mecanismos que possam fazer a ponte entre a ciência e a sociedade de maneira que proporcione temas do cotidiano que tragam motivação aos alunos e proponham a construção do pensamento crítico em sua abordagem.

3.2. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

É notório que a experimentação ocupou papel de destaque na consolidação das ciências naturais a partir de meados do século XVII, tendo em vista que as descobertas científicas deveriam passar pelas comprovações das situações empíricas propostas. Dessa forma, nessa época, ocorreu uma quebra com as práticas de investigações adotadas nesse período, porquanto ainda havia uma estreita relação da natureza e do homem com o divino. Sendo assim, a

experimentação passou a ocupar um lugar de destaque na posição de uma metodologia científica, que era buscada com base na racionalização de técnicas que contribuíram para formação de pensamentos dedutivos e indutivos até hoje trabalhados (GIORDAN, 1999).

Embora seja de conhecimento há séculos, as práticas experimentais ainda são pouco utilizadas no ensino de Química, principalmente na educação básica, pois há escassez dos mais variados recursos, desde os mais básicos, como materiais e reagentes para a realização das práticas, bem como a indisponibilidade de estrutura adequada para a realização dessas atividades, tais como a ausência de laboratórios (ABRANTES et al., 2018). Dessa forma, pode-se observar que são poucas as propostas experimentais que incluam os alunos dentro de um saber construtivo dentro da sala de aula.

Para Sá Dias (2016), essa realidade sedimenta uma grande dificuldade na assimilação de conteúdos tendo em vista a falta de atividades práticas, bem como um despreparo dos professores em não adotar métodos que vinculem essa perspectiva ao conhecimento dos alunos.

Por conseguinte, percebe-se a importância que as práticas experimentais promovem no ensino de Química, na medida em que incluem alternativas para abordagens e discussões de fatos relacionados ao cotidiano dos estudantes, permitindo estímulos a um pensamento científico pautado no raciocínio construtivo (HORN, 2012).

Segundo Da Silva (2017), as práticas experimentais trazem diversas contribuições no processo de aprendizagem. Dentre elas, podemos mencionar a participação ativa do aluno que poderá assimilar os conteúdos expositivos abordados em sala de aula de maneira mais construtiva e desvinculada dos métodos tradicionais de ensino.

Portanto, ao se fazer uso da abordagem experimental em sala de aula, há uma facilitação entre algumas etapas do ensino, uma vez que essa ferramenta torna o processo educacional menos expositivo e com maior ênfase numa perspectiva de ensino construtivo.

Com isso, pensando em novas abordagens que possam introduzir a química experimental no regular processo de ensino-aprendizagem dos discentes, pode-se pensar no uso de materiais alternativos, porquanto além de apresentarem baixo custo e fácil manuseio, promovem inúmeras atividades que podem ser apresentadas até mesmo em sala de aula, visto que a grande maioria das escolas de ensino básico do país não possuem laboratórios ou equipamentos adequados para a realização das atividades práticas (SÁ DIAS, 2016).

Dessa maneira, segundo Da Silva (2016), faz-se necessário encontrar alternativas para que o aluno se torne protagonista no processo de ensino. Dessa forma, a experimentação no ensino de Química busca ampliar essa perspectiva educacional, já que busca promover debates

e investigações que permitem uma ampliação do olhar crítico dos alunos a partir dos conhecimentos prévios da Química.

Assim, nas práticas experimentais, a ciência é trabalhada de forma mais ativa, tendo em vista o papel de destaque que os discentes assumem nessa proposta de ensino. Dessa forma, as aulas práticas proporcionam caminhos para que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem as suas ideias, comparando com os estudos científicos abordados durante as aulas (MENDONÇA; PEREIRA, 2015).

3.3. ISOMERIA

Isômeros são compostos quimicamente diferentes, mas que apresentam a mesma fórmula molecular.

O conceito de isomeria é de extrema importância na Química e foi consolidado por Jöns Jacob von Berzelius, em 1830, ao asseverar que “substâncias isoméricas eram aquelas que demonstravam a mesma composição química e o mesmo o peso molecular, porém possuíam diferentes propriedades” (NETO; CAMPOS; JÚNIOR, 2013, p. 327).

Embora seja menos frequente nos compostos inorgânicos, a isomeria encontra grande relevância na Química Orgânica, pois demonstra a diversidade de moléculas presentes na natureza e que estão atreladas ao nosso cotidiano, sendo essa diversidade favorecida pelo grande número de combinações possíveis entre os átomos de carbono em virtude da sua tetravalência. No estudo da isomeria, observa-se que as propriedades químicas não somente dependem de sua composição, mas, também, pelos arranjos espaciais dos átomos na molécula, que determinam suas características físico-químicas (BORGES; GOIS; VARGAS, 2021).

Pela grande diversidade de moléculas e para efeito de classificação, a isomeria em Química Orgânica é dividida em dois tipos: a isomeria plana e a espacial ou estereoisomeria, conforme se observa a seguir (Figura 1) (CAMPOS, 2018).

Figura 1- Classificação da Isomeria

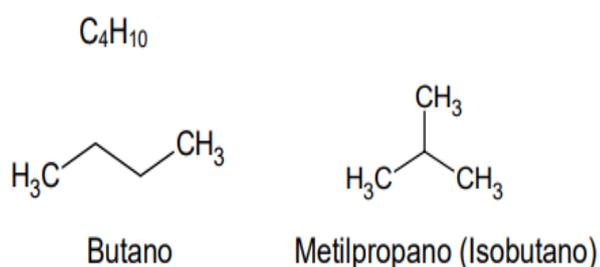


3.3.1. ISOMERIA PLANA

A Isomeria Plana ou Constitucional (Figura 2) é aquela cujos compostos apresentam a mesma fórmula molecular, porém seus átomos estão ligados de maneira distinta (SOLOMONS, 2013).

A literatura a subdivide em isomeria de cadeia, posição, compensação ou metameria, isomeria de função e tautomeria, sendo esta última um tipo especial de equilíbrio dinâmico (SOUSA, 2015).

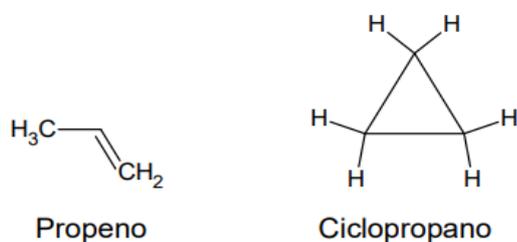
Figura 2- Isômeros constitucionais



Fonte: Próprio autor

A isomeria de cadeia (Figura 3) ocorre entre dois compostos com a mesma fórmula molecular, no entanto apresentam cadeias carbônicas distintas (FONSECA, 2001).

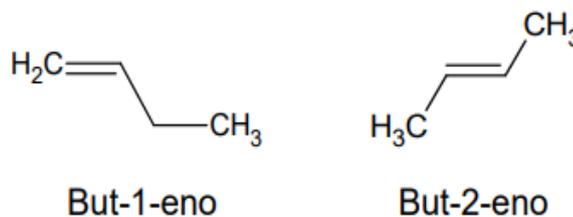
Figura 3- Isômeros de cadeia



Fonte: Próprio autor

Na isomeria de posição (Figura 4), os compostos apresentam a mesma função química e mesma cadeia carbônica, porém se distinguem pelo grupo funcional, radial ou instauração (FONSECA, 2001).

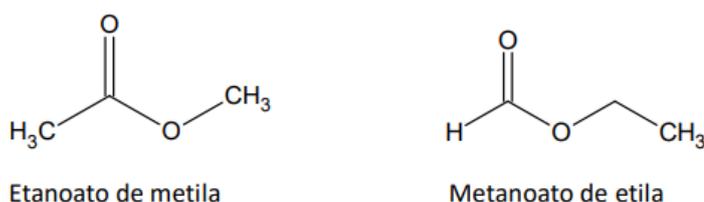
Figura 4- Isômeros de posição



Fonte: Próprio autor

Os isômeros de compensação (Figura 5) apresentam a mesma função química e se diferem pela localização do heteroátomo na cadeia carbônica, como observado em ésteres que possuem no mínimo três átomos de carbono (FONSECA, 2001).

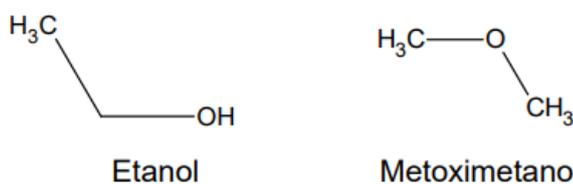
Figura 5- Isômeros de compensação



Fonte: Próprio autor

Na isomeria de função (Figura 6), os compostos apresentam a mesma fórmula molecular, não obstante se diferem pela função orgânica. Alguns exemplos de isômeros funcionais podem ser evidenciados pelos pares álcool e éter, ácido carboxílico e éster e em grupos aromáticos (CAMPOS, 2018).

Figura 6- Isômeros de função

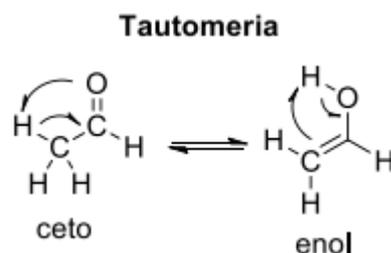


Fontes: Próprio autor

Por fim, a tautomeria, um caso especial de isomeria de função (Figura 7), apresenta grupos funcionais distintos e mesma fórmula molecular, no entanto um desses isômeros se

encontra em maior estabilidade em relação ao outro. O principal exemplo desse tipo de isomeria é o equilíbrio aldo-enólico (CAMPOS, 2018).

Figura 7- Equilíbrio ceto-enólico



Fonte: CAMPOS, 2018

É necessário salientar que a isomeria dinâmica intercorre apenas na fase líquida em compostos cuja molécula detém um átomo bastante eletronegativo, como, por exemplo o oxigênio que deve estar ligado ao mesmo instante a um hidrogênio e a um carbono insaturado.

A tautomeria é de suma importância no meio biológico, já que participa das formações ceto-enólicas da guanina, que é uma das quatro bases nitrogenadas responsáveis pela composição do código genético (DNA) dos seres vivos.

3.3.2. ISOMERIA ESPACIAL OU ESTEREOQUÍMICA

A isomeria espacial ou estereoquímica é a química compreendida nas três dimensões. Os primeiros estudiosos a abordarem esse conceito foram Jacobus van 't Hoff e Joseph Achille Le Bel em 1894. Eles propuseram em estudos independentes que as quatro ligações do átomo de carbono estivessem orientadas na direção dos vértices de uma forma geométrica denominada tetraedro. Em virtude desse arranjo geométrico, dois compostos podem se diferenciar em decorrência da disposição dos seus átomos no espaço serem distintas (NETO; CAMPOS; JÚNIOR, 2013).

Os isômeros que apresentam a mesma fórmula molecular, mas que se diferem no arranjo espacial, são chamados de estereoisômeros (CAREY, 2011).

Os estereoisômeros são divididos em dois grupos: os diastereoisômeros e enantiômeros. Esses conceitos são de suma importância no Ensino de Química, pois promovem a aproximação de fatos cotidianos aos assuntos abordados em sala de aula. O docente pode explorar esses conhecimentos que partem desde sistemas biológicos, como na composição dos aminoácidos até a produção industrial, na síntese de fármacos, que em muitos casos apresentam propriedades

quirais, formando isômeros que nem sempre apresentam as mesmas propriedades fisiológicas, o que acarreta, em algumas situações, acidentes por interagirem de forma distinta com o organismo. Assim, esses conceitos podem servir de base para contextualização da aula, pois promovem um aprendizado mais ativo e crítico para o discente.

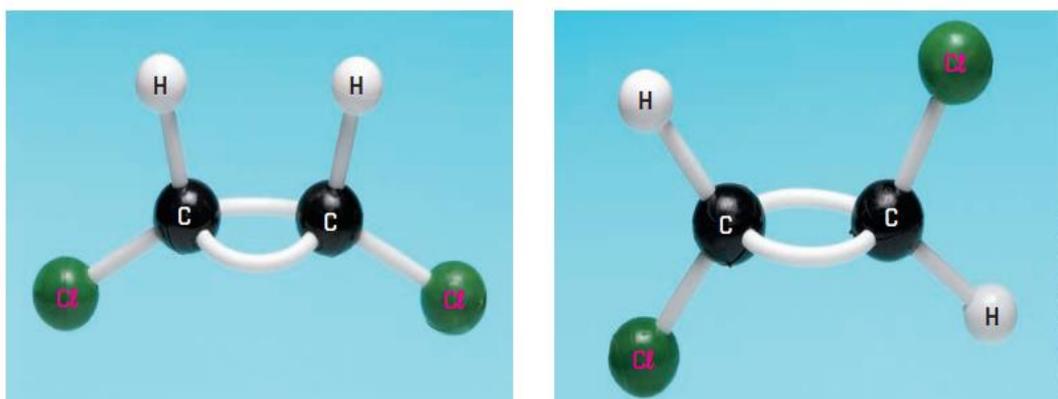
3.3.3 ESTEREOISÔMEROS

3.3.3.1. ISOMERIA GEOMÉTRICA

Este tipo de isomeria pode ocorrer em dois casos específicos, o primeiro se apresenta em compostos de cadeias abertas com duplas ligações, já o segundo é característico de compostos cíclicos (CAMPOS, 2018).

No primeiro caso, a ligação dupla entre carbonos (Figura 8) impede a rotação em torno dos seus átomos. Para o composto apresentado, 1,2-dicloro-eteno (Figura 8), é possível observar apenas duas posições, as quais são denominadas cis-trans.

Figura 8- Modelo das moléculas cis-trans do 1,2-dicloroeteno



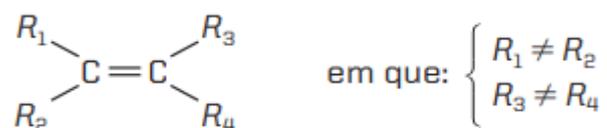
Fonte: FELTRE, 2008

É possível perceber que na estrutura da esquerda do 1,2-dicloro-eteno (Figura 8), os dois átomos de cloro estão voltados para o mesmo lado, sendo essa forma denominada cis (BRUICE, 2006).

Por outro lado, na estrutura da direita (Figura 8) os átomos de cloro se apresentam em lados opostos da molécula, sendo essa forma denominada trans (BRUICE, 2006).

Outro ponto relevante é que os isômeros geométricos devem apresentar ligantes diferentes nos átomos de carbonos limitados na rotação (Figura 9) (REZENDE, 2016).

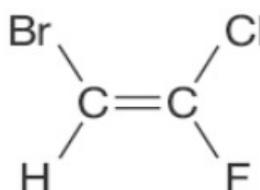
Figura- 9: Estrutura em compostos cis-trans que apresentam dupla ligação



Fonte: FELTRE, 2008

Por outra perspectiva, quando existirem três ou quatro ligantes distintos em cada carbono sp^2 de um alceno (Figura 10), o sistema cis-trans não poderá ser usado. Sendo assim, “deve-se usar o sistema E, Z de nomenclatura, no qual E significa *entgegen*, traduzido do alemão como oposto, por outro enfoque, Z significa *zusammen*, outra palavra alemã que traduzida significa juntos” (BRUICE, 2006, p. 119).

Figura 10 – Alqueno tetrassubstituído

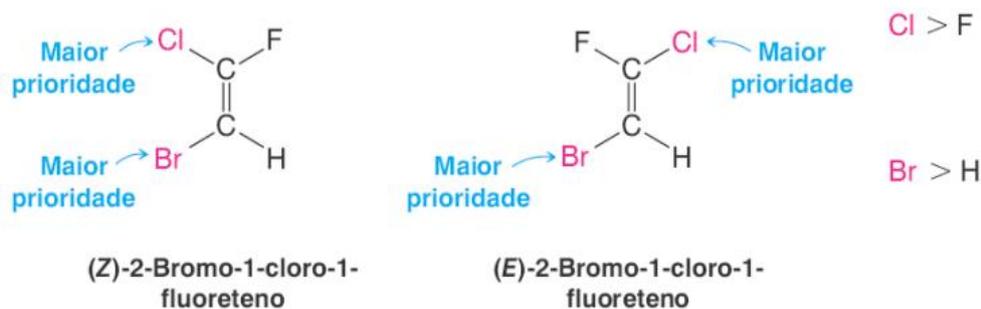


Fonte: SOLOMONS, 2018

Dessa forma, tomando por referência o composto acima (Figura 10), é impossível afirmar se a molécula apresenta uma configuração cis ou trans, tendo em vista que os dois grupos não são os mesmos. Com isso, para apresentar uma definição, o sistema E-Z é utilizado a fim de metodizar todos os casos, utilizando a prioridade dos grupos (SOLOMONS, 2018).

Para atribuir a prioridade, deve-se partir do número atômico dos átomos que estão ligados diretamente ao carbono sp^2 (Figura 11).

Figura 11- Prioridade dos grupos para o sistema de nomenclatura E-Z



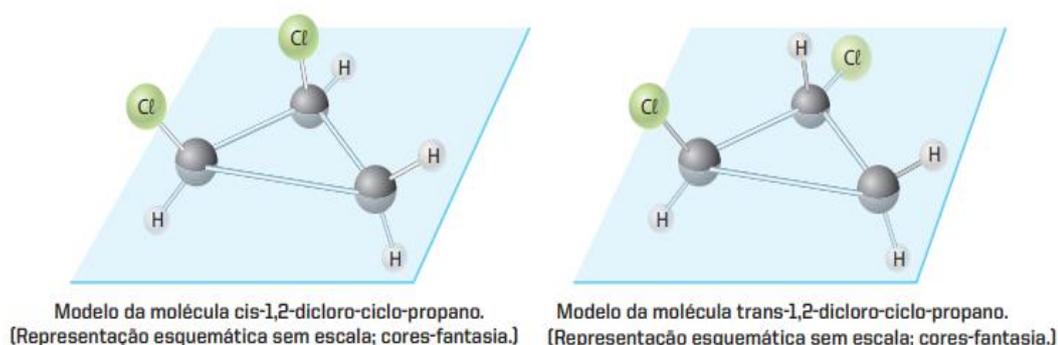
Fonte: SOLOMONS, 2018

Dessa forma, é possível designar para o composto 2-Bromo-1-cloro-1-fluoreteno (Figura 11) o sistema de nomenclatura E-Z, tendo em vista a disposição dos seus átomos no espaço, que na primeira situação apresenta os dois grupos de maior prioridade ao mesmo lado, ou seja, juntos. Dessa maneira, atribui-se a letra Z para diferenciar do seu isômero. Em contrapartida, o seu isômero à direita (Figura 11), encontra-se com os dois ligantes de maior prioridade em lados opostos, sendo assim designado pela letra E (SOLOMONS, 2018).

Vale ressaltar que se houver empate nas prioridades dos ligantes, átomos com ligações triplas têm prioridade sobre ligações duplas, que têm prioridade sobre átomos cujas ligações sejam simples.

A estereoisomeria em compostos cíclicos (Figura 12) também é designada pela ligação cis-trans, assim como ocorre nas moléculas de cadeia aberta. Nesse tipo de isomeria, os átomos ligados à cadeia não poderão realizar uma rotação completa em torno dos seus eixos, sem haver um rompimento do ciclo. Para que exista esse tipo de isomeria, é necessário que, pelo menos, dois dos átomos de carbono do composto de cadeia fechada tenham ligantes distintos entre si e iguais ao do outro átomo de carbono (CAMPOS, 2018).

Figura 12- Estereoisomeria em compostos cíclicos



Fonte: FELTRE, 2008

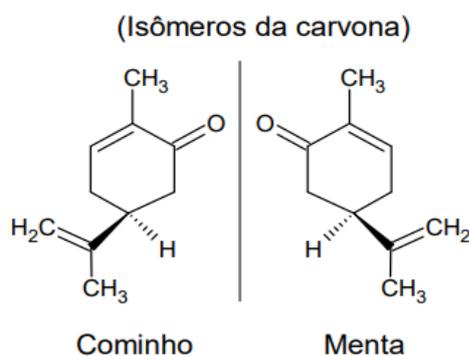
A compreensão desse tipo de isomeria na educação básica é de suma relevância, já que se relaciona a fatos do dia a dia que podem expandir o senso crítico dos alunos em sala de aula. Um exemplo bem interessante que pode ser comentado pelo docente é a relação da visão humana com a isomeria geométrica, pois na retina ocorrem processos de isomerização, fato esse que serve como forma de trabalhar a contextualização e, principalmente, a interdisciplinaridade, abordando conjuntamente os assuntos das ciências naturais. Dessa forma, é estabelecido um diálogo entre as disciplinas e os participantes dessa ação, o que permite uma construção coletiva de conhecimento.

3.3.3.2. QUIRALIDADE E ISOMERIA ÓPTICA

A quiralidade é uma qualidade geométrica, por conseguinte quando um objeto não pode ser sobreposto a sua imagem especular, diz-se que ele é quiral (Figura13) (COELHO, 2001).

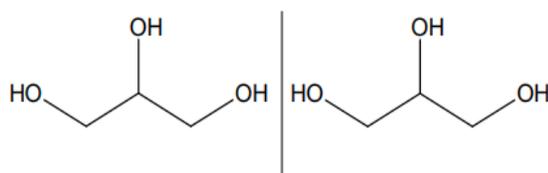
Por outra perspectiva, um objeto que pode ser sobreponível a sua imagem especular é classificado como aquiral (Figura 14) (COELHO, 2001).

Figura 13- Representação de uma molécula quiral



Fonte: Próprio autor

Figura 14- Representação de uma molécula aquiral



A molécula apresenta plano de simetria, portanto pode ser sobreposta.

Fonte: Próprio autor

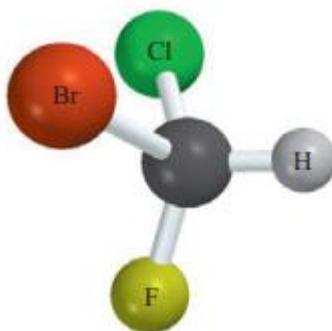
A importância da quiralidade é essencial para os seres humanos, o próprio corpo humano é quiral, tendo em vista as disposições dos órgãos, com o coração posicionado ao lado esquerdo e o fígado, para o lado direito. Seres vegetais também apresentam essa característica, tendo em mente a sua disposição ao se enrolarem ao redor de estruturas de apoio, traço bem semelhante à nossa molécula de DNA, que também é quiral (SOLOMONS, 2018).

Além disso, é importante ressaltar que a exceção de um, todos os aminoácidos que participam da formação das nossas proteínas apresentam a característica da quiralidade.

Outro ponto relevante ligado à quiralidade é quando um átomo de carbono apresenta um centro assimétrico, quiral ou estereocentro. Esse conceito é de suma relevância no estudo da

isomeria óptica e é definido quando os quatro substituintes ligados ao carbono são distintos (Figura 15) (CAREY, 2011).

Figura 15- Representação centro quiral



Fonte: CAREY, 2011

Dessa maneira, pode-se definir que os isômeros ópticos são aqueles que apresentam centros quirais ou assimétricos. A atividade óptica é a capacidade de uma substância desviar o plano da luz polarizada cuja medição é feita por meio do polarímetro. Esse desvio pode ser observado no sentido horário (+), quando a substância será classificada como dextrogira, ou no sentido anti-horário, sendo a substância identificada como levogira (SOUSA, 2015).

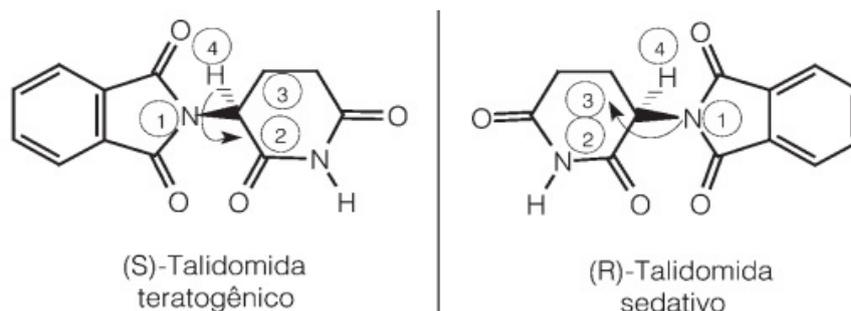
Os enantiômeros são estereoisômeros cujas moléculas são imagens espaciais que não são sobrepostas, ou seja, esse fenômeno é característico de moléculas quirais. O exemplo mais comum dessas substâncias ocorre em estruturas tetraédricas, que contêm um átomo de carbono ligado a quatro diferentes grupamentos (COELHO, 2001).

Pares de enantiômeros puros apresentam características físicas idênticas, como, por exemplo, ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade, porém essas substâncias se distinguem pela estrutura no arranjo dos átomos no espaço (SOUSA, 2015).

Diante dessas propriedades físicas usuais, os enantiômeros passaram a ser objeto de estudo por parte de pesquisas, sendo que em 1963 foi descoberto que a talidomida, fármaco que apresentava características ópticas, era a causa da má formação congênita em muitos bebês após as mães fazerem uso desse medicamento.

Após alguns estudos, foi descoberto que a talidomida (Figura 16) formava um par de enantiômeros, no qual uma molécula (+) talidomida tinha o efeito de amenizar a indisposição matinal, enquanto o seu par (-) talidomida seria a causa da má formação congênita evidenciada nos recém-nascidos (SOLOMONS, 2018).

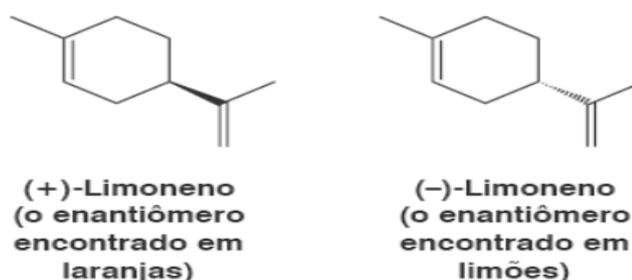
Figura 16- Representação de pares de enantiômeros da talidomida



Fonte: COELHO, 2001

Outro exemplo de par de enantiômeros encontrado no nosso dia a dia, é o composto denominado limoneno (Figura 17). Nessa substância, um dos enantiômeros é responsável pelo odor das laranjas, enquanto o outro é o responsável pelo odor dos limões.

Figura 17- Representação de pares de enantiômeros



Fonte: SOLOMONS, 2018

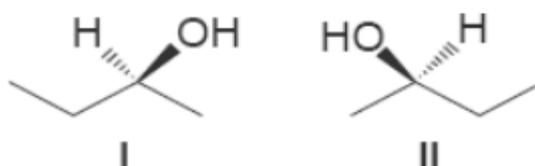
Vale salientar que ao se misturar iguais quantidades de enantiômeros (50:50), obtêm-se racematos, mais conhecido como mistura racêmica. Essa proporção equimolar resulta uma perda da atividade óptica, pelo fato de um dos enantiômeros desviar o plano da luz polarizada para um determinado valor, enquanto o seu par devia, na mesma proporção, porém na direção oposta, eliminando a atividade óptica (SOUSA, 2015).

Nomenclatura dos enantiômeros: Sistema R/S

A indicação (+) dextrogiro e (-) levogiro nos enantiômeros só pode ser utilizada quando esses isômeros são analisados em um polarímetro. Para facilitar a identificação dessas substâncias, Cahn, Ingold e Prelog criaram uma nomenclatura para as moléculas que giram no sentido horário, a qual foi denominada R (do latim *rectus*, que significa direita) e S (do latim *sinister*, que significa esquerda) para aquelas que giram no sentido anti-horário (CAMPOS,

2018). Essa distinção é de suma importância, pois, de acordo com a nomenclatura da IUPAC, os enantiômeros a exemplo do 2-butanol (Figura 18) teriam o mesmo nome (SOLOMONS, 2018).

Figura 18- Enantiômeros do 2-butanol



Fonte: SOLOMONS, 2018

As configurações R/S são atribuídas de acordo com as seguintes regras:

É atribuída uma preferência a cada ligante do centro quiral e essa prioridade é estabelecida com base no número atômico do átomo que está diretamente ligado ao centro de quiralidade. Dessa forma, “o átomo de menor número atômico (d) tem a menor prioridade, o átomo com maior número atômico posterior (c) tem a próxima maior prioridade e assim por diante” (Figura 19) (SOLOMONS, 2013, p. 200).

Figura 19- Prioridade dos ligantes



Fonte: SOLOMONS, 2018

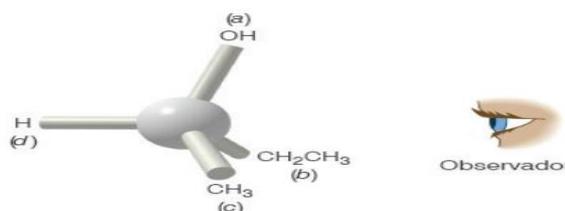
Nessa situação, como oxigênio tem maior número atômico dentre os ligantes analisados, então ele é o de maior prioridade. O hidrogênio é o átomo mais leve, menor número atômico, e recebe a menor prioridade. No caso dos substituintes metil e etil, não é possível chegar a uma conclusão acerca da regra de prioridade, pois o átomo ligado diretamente ao centro quiral é o mesmo, portanto aplica-se outro critério.

Quando o número atômico não traz critérios suficientes para estabelecer as regras de prioridade, então é analisado o próximo conjunto de átomos nos grupos não marcados. No exemplo anterior, o grupo metil (Figura, 19) apresenta três átomos de hidrogênio posteriores ao carbono, enquanto no grupo etil a sequência encontrada consiste em um átomo de carbono e dois de hidrogênio. Dessa maneira, como o átomo de carbono tem maior número atômico

quando comparado ao hidrogênio, pode-se concluir que o grupo etil terá a maior prioridade (SOLOMONS, 2018).

Traçada as prioridades dos grupos substituintes, “giramos a estrutura (ou o modelo) até que o grupo de menor prioridade fique direcionado para longe do observador” (Figura 20) (SOLOMONS, 2013, p. 201).

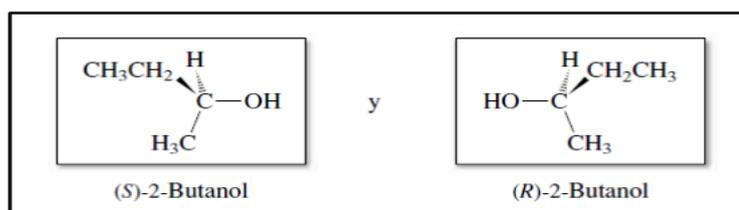
Figura 20- Projeção de Newman para designação do sistema R/S



Fonte: SOLOMONS, 2018

Seguindo o caminho determinado pela ordem de prioridade passando pelos substituintes a b e c, respeitando as regras de prioridade estabelecidas, se o sentido for horário, dizemos que o isômero é R. Por outro lado, se a orientação indicar o sentido anti-horário, o isômero será designado como S (CAMPOS, 2018).

Figura 21 – Representação dos enantiômeros seguindo a designação R/S



Fonte: CAREY, 2011

Cabe ressaltar que não existe relação entre a designação R/S de uma molécula e o sinal do desvio da luz polarizada. A alanina é um exemplo no qual o isômero S apresenta um desvio dextrorrotatório (+). A interação com o desvio da luz plano-polarizada deve ser realizada de maneira experimental através do polarímetro.

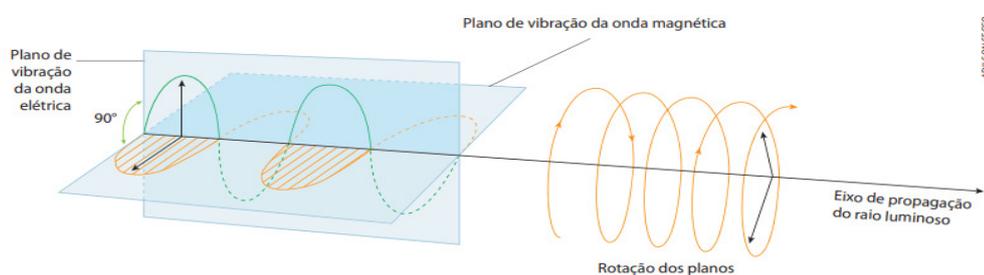
3.3.4. POLARIZAÇÃO DA LUZ

A fonte de luz natural que chega até o nosso planeta através do sol, ou a que usamos por meio das lâmpadas incandescentes em nossas casas, é composta de ondas eletromagnéticas que

oscilam em diferentes planos perpendiculares à direção de propagação da luz (Figura 22) (CAMPOS, 2018).

A utilização da luz para o estudo de substâncias que apresentam atividade óptica se iniciou com as pesquisas realizadas por Jean Baptiste Biot e Louis Pasteur, porém quem primeiro observou o fenômeno da luz plano-polarizada foi Malus, em 1808, ao fazer estudos com cristais de espato da Islândia, uma das formas cristalinas do CaCO_3 (BAGATIN et. al., 2005).

Figura 22- Esquema representativo da luz não polarizada



Fonte: FELTRE, 2008

Um método prático de se obter a polarização da luz (luz plano-polarizada) é fazê-la atravessar certas lentes chamadas polarizadores. Dessa maneira, “a direção de oscilação do campo elétrico será aquela determinada pelo eixo de transmissão do polarizador” (Figura 23) (NETO, 2021, p. 14).

Figura 23- Representação da luz plano-polarizada



Fonte: NETO, 2021

3.3.5. POLARÍMETRO

O primeiro polarímetro (Figura 24) surgiu da necessidade de se estudar substâncias que apresentam atividade óptica. No início do século XIX, Jean Baptiste Biot notou que a luz plano-polarizada ao atravessar cristais de quartzo precisamente cortados era desviada em um ângulo

proporcional à espessura do cristal. Biot também constatou que para alguns cristais a rotação era característica, ocorrendo ora para a direita, ora para a esquerda (SOUSA, 2015).

Figura 24- Representação do primeiro polarímetro elaborado por Jean Baptiste Biot



Fonte: BAGATIN et. al., 2005

Jean Baptiste Biot ao aprofundar as suas pesquisas, notou fatos análogos quando a luz polarizada atravessava determinados líquidos a exemplo do extrato de limão e também em soluções alcoólicas de cânfora, de certos açúcares e ácido tartárico (BAGATIN et. al., 2005).

Ao observar esse comportamento, Biot pôde concluir que a rotação da luz não é um atributo intrínseco aos cristais ou líquidos puros, mas também de soluções de determinadas moléculas. Isso indicou que o fenômeno de rotação da luz plano-polarizada não depende da estrutura cristalina ou a um arranjo espacial do líquido, mas exclusivamente da estrutura molecular em análise (BAGATIN et. al., 2005).

Ao equipamento elaborado por Biot (Figura 24), foi atribuído o nome polarímetro que com o passar dos anos, através dos avanços científicos, sofreu adaptações para sua precisão.

Ainda no século XIX, Ventzke implementou o prisma de Nicol com o fito de separar o feixe de luz em dois componentes para aproveitar apenas um desses feixes. Em outro momento, pesquisas realizadas por Mitscherlich introduziram a utilização da luz monocromática para a análise das substâncias, sendo essa inovação à época ainda aplicada nos equipamentos no momento presente (Figura 25) (HILGENBERG et. al., 2012).

Figura 25- Um polarímetro moderno

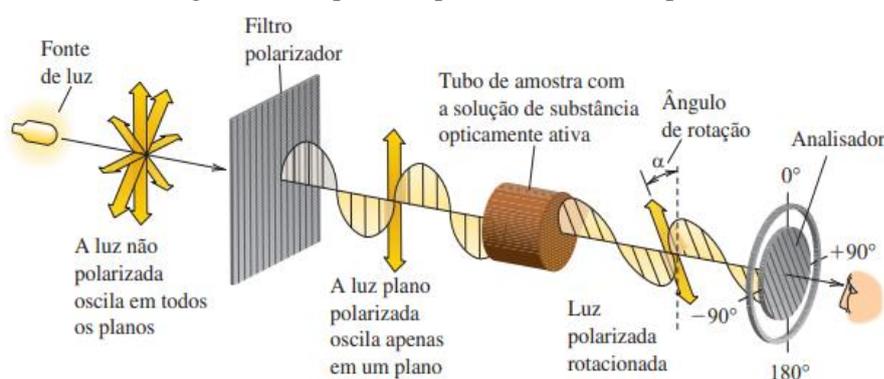


Fonte: BAGATIN et. al., 2005

Os polarímetros modernos (Figura 25) são constituídos de uma fonte luminosa monocromática laranja produzida por uma lâmpada de sódio que corresponde 589 nm, chamado linha D.

Nesse equipamento, há dois obstáculos com a característica de polarizar a luz, que ficam localizados antes e após a câmara na qual é posto o tubo com a amostra da substância opticamente ativa que será analisada (Figura 26). Ao primeiro obstáculo atribuímos o nome de filtro polarizador e o segundo é designado como sendo o analisador (CAREY, 2011).

Figura 26- Esquema representativo de um polarímetro



Fonte: CAREY, 2011

Pares de enantiômeros causam uma rotação específica ao serem atravessados pela luz plano-polarizada. Essa rotação ou desvio acontece em quantidade exatamente iguais para esses pares de isômeros ópticos, mas em direções opostas, sendo uma no sentido horário (+) e a outra no sentido anti-horário (-). Designa-se substância dextrogira aquela que desvia a luz polarizada no sentido horário e levogira a substância que desvia o plano da luz polarizada no sentido anti-horário (CAREY, 2011). Como anteriormente comentado, faz-se necessário ressaltar que a característica das substâncias desviarem o plano da luz polarizada para direita (sentido horário (+)) ou para esquerda (sentido anti-horário (-)) não se confunde com a designação R/S elaborada por Cahn, Ingold e Prelog, que serve de auxílio às normas IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos.

Pesquisas feitas pela utilização do polarímetro são de suma relevância, já que os métodos tradicionais para a identificação de compostos orgânicos, como ponto de fusão e ebulição, solubilidade e índice de refração, não permitem distinguir a caracterização e separação dos pares de enantiômeros, pois nesses isômeros essas propriedades são idênticas. Por outra perspectiva, cada par enantiomérico tem a capacidade de girar o plano da luz-polarizada em direções opostas, sendo possível distinguir os isômeros ópticos (BAGATIN et. al., 2005).

Por fim, cabe ressaltar que ângulo específico de rotação provocado por uma substância opticamente ativa depende de alguns fatores, como a temperatura, a concentração das substâncias analisadas, o caminho da amostra percorrido pela luz e o comprimento de onda da luz utilizada, como já discutido no caso da lâmpada de sódio.

3.4. USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NA EXPERIMENTAÇÃO

No cenário atual, é evidente a falta de investimentos na educação básica das escolas públicas do Brasil, pois poucos são os recursos destinados a suprir a alta demanda que essa importante área social requer (OLIVEIRA; GABRIEL; MARTINS, 2017). Dessa maneira, o docente não tem as ferramentas necessárias para aplicar atividades que possam complementar a compreensão dos assuntos ministrados em sala de aula aos alunos, principalmente por meio das práticas experimentais.

Nesse contexto, faz-se necessário ressaltar a imprescindibilidade de buscar formas de contornar essa realidade de ensino. Assim, o uso de materiais alternativos se mostra uma importante ferramenta que pode ser implementada pelo docente em sala de aula.

Segundo Guedes (2017), materiais alternativos são aqueles que apresentam os seguintes atributos: são simples, de fácil acesso e baratos, o que colabora com o processo de aprendizagem, já que podem ser utilizados para a elaboração de aulas experimentais, que são essenciais no Ensino de Química. O emprego desses materiais é um rico método que os docentes podem agregar para a solução de problemas como a falta de equipamentos e estruturas apropriadas nas escolas, a exemplo da ausência de laboratórios.

Por conseguinte, a utilização de materiais alternativos na elaboração de atividades experimentais facilita o processo de ensino-aprendizagem, visto que muitos desses aparatos são fáceis de se achar e manipular. Além disso, muitos dos equipamentos ou experimentos elaborados podem ser realizados pelos próprios estudantes ou pelo professor, durante a exposição de uma aula teórica.

A utilização de materiais alternativos no Ensino de Química serve para que o aluno compreenda o mundo que o cerca, e tenha o conhecimento de que não são apenas com equipamentos previamente elaborados que se pode ter a base para o entendimento dos estudos experimentais da disciplina. Assim, o estudo da Química também pode ser abordado através de materiais encontrados e manipulados no cotidiano dos alunos, além disso o uso desses instrumentos é um caminho viável se comparado com os custos operacionais no laboratório, além de gerar uma menor quantidade de resíduos químicos prejudiciais ao meio ambiente.

4 METODOLOGIA

Com a utilização de materiais alternativos, foi construído um polarímetro que auxiliou uma proposta de aula sobre Isomeria Óptica a fim de identificar as moléculas opticamente ativas através da rotação da luz polarizada que indicou o comportamento das substâncias dextrógiras (+) (isômero óptico ativo que desvia a luz polarizada para a direita) e levógiras (-) (isômero óptico ativo que desvia a luz polarizada para a esquerda).

Na construção do polarímetro, os materiais utilizados foram de baixo custo e também puderam ser encontrados no cotidiano dos alunos, como, por exemplo, o açúcar comum consumido diariamente. Durante a aula, o equipamento foi disposto sobre a bancada do laboratório a fim de que os alunos visualizaram o comportamento óptico das substâncias de acordo com desvio da luz polarizada indicado no material. Dessa forma, os discentes conseguiram diferenciar as moléculas apresentadas de modo simples, porém com uma compreensão adequada aos ensinamentos da Química Orgânica.

4.1. MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO

A prática experimental e a produção do material foram feitas utilizando os seguintes equipamentos do laboratório e outros encontrados no comércio, como:

- Isopor;
- Espátulas;
- Béquer de 100 mL;
- Fonte de luz branca 3W ou a lanterna do celular;
- Recipiente cilíndrico de aproximadamente 100 mL de vidro ou feito de outro material transparente;
- Dois filtros polarizadores de diâmetro ligeiramente superior ao da proveta. Estes filtros podem ser encontrados em lojas de materiais fotográficos ou reutilizados com lentes de óculos que sejam polarizadas, ou ainda tirados da tela do celular (smartphones);

Além dos equipamentos mencionados, serão necessárias as seguintes substâncias para a realização do experimento:

- Glicerina (obtida em farmácia ou encontra no laboratório);
- Sacarose;
- Glicose;
- Água destilada;

4.2. VOLUNTÁRIOS DA PESQUISA

Participaram deste trabalho os discentes do quarto ano do curso Instrumento Musical do IFPB, campus João Pessoa, que aceitaram ser voluntários da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (maiores de 18 anos) e aqueles que também aceitaram assinar o Termo de Assentimento (menores de 18 anos), após a sua leitura e concordância.

Em cumprimento às diretrizes e normas estabelecidas pela Resolução 466/12 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, sendo aprovado sob o parecer nº 5.478.367.

4.3. COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um questionário (Apêndice I), contendo 7 questões subjetivas que forneceu informações acerca da influência do material desenvolvido no processo de ensino-aprendizagem dos discentes voluntários.

Nessa perspectiva, segundo Ribeiro (2008), a coleta de dados através da utilização do questionário traz diversas vantagens no desenvolvimento da pesquisa, como, por exemplo, a garantia do anonimato dos voluntários, a elaboração de questões padronizadas e uniformes, o maior tempo para os voluntários analisarem as repostas, a facilidade de conversão dos dados para os arquivos do computador e o custo razoável atrelado à pesquisa desenvolvida.

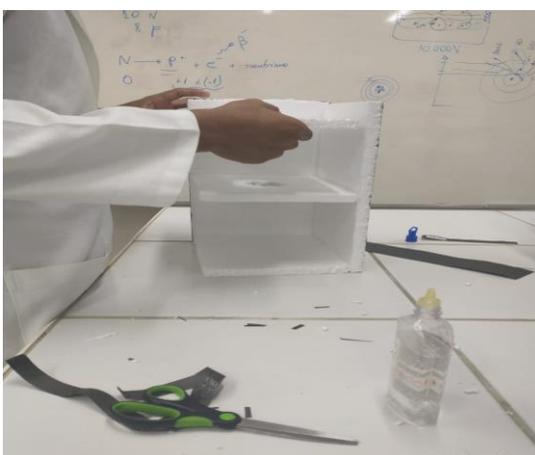
A análise dos dados terá um caráter qualitativo, pois foi desenvolvida numa situação natural que trouxe uma riqueza na descrição dos dados, na medida em que proporcionou o contato direto do pesquisador com a situação abordada, teve a precaução de retratar as perspectivas dos voluntários, além de ter um plano aberto e flexível com foco para a realidade trabalhada de forma contextualizada (RIBEIRO, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO

A confecção do material se iniciou pela a estrutura, que foi elaborada no formato retangular, utilizando 6 placas de isopor de 32 cm de altura por 23 cm de largura, na qual foi inserida cola em suas laterais para fixar a sua conformação (Figura 27).

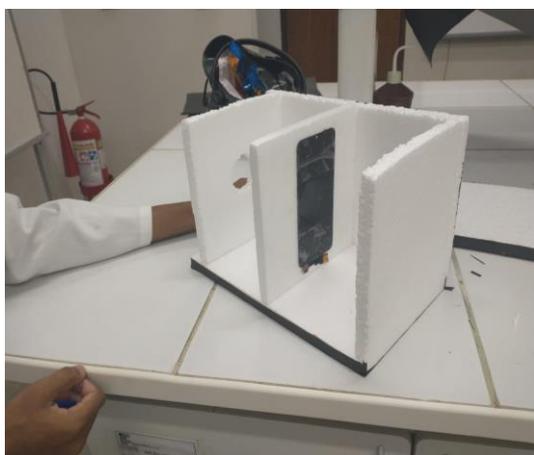
Figura 27- Estrutura do equipamento



Fonte: Próprio autor

Em duas dessas placas, que ficaram na posição horizontal, foram feitos furos circulares para que a luz pudesse atravessar o filtro polarizador, chegar ao recipiente contendo a substância opticamente ativa e ser observada através do analisador (Figura 28).

Figura 28- Filtro polarizador inserido ao equipamento



Fonte: Próprio autor

Para o filtro polarizador, foi utilizada uma tela de smartphone, que ficou presa na parte inferior da estrutura (FIGURA 28). Uma outra tela de smartphone foi utilizada para o analisador que permaneceu solta na parte superior do equipamento.

O recipiente utilizado para manter as substâncias tinha um formato cilíndrico de aproximadamente 240 ml e ficou acoplado de forma centralizada entre os furos circulares das placas horizontais do polarímetro.

Além disso, para a fonte de luz, utilizou-se a lanterna do celular, devido à facilidade no momento da análise. O resultado final foi obtido de maneira bastante satisfatória (Figura 29).

Figura 29- Equipamento finalizado



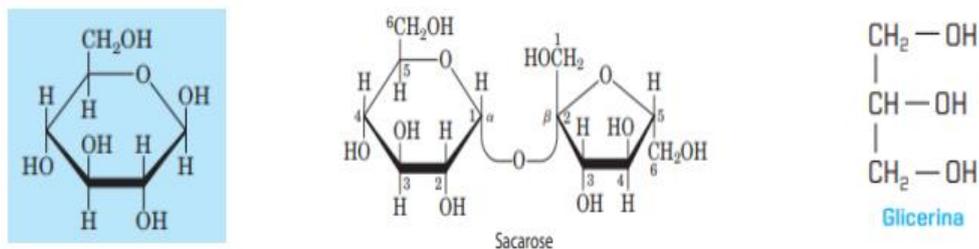
Fonte: Próprio autor

Esses materiais alternativos poderiam ser substituídos por outros que fossem encontrados com mais facilidade pelo docente. Em seu artigo, BAGATIN et. al. (2005), recomenda os seguintes procedimentos: o suporte metálico como estrutura base para o polarímetro e uma proveta de 100 ml para armazenar a substância em análise. Para os filtros, ele aconselha telas de óculos polarizadas e fonte luminosa monocromática ou luz branca.

5.2. TESTES REALIZADOS

Para a realização dos testes do equipamento, foram usadas três substâncias, sendo elas glicose, sacarose e a glicerina (Figura 30), além da água destilada que serviu de referência. As duas primeiras substâncias mencionadas são biomoléculas e apresentam mais de um centro assimétrico em seus arranjos. No caso da glicerina, há plano de simetria em sua estrutura, logo pode-se inferir que essa molécula não desvia o plano da luz polarizada.

Figura 30 – Substâncias analisadas



Fonte: LEHNINGER, 2014

A água destilada, que serviu como espécie de referência, já que não apresenta atividade óptica, foi a primeira a ser analisada para posteriores comparações com as demais moléculas. Ao rotacionar o analisador, foi visto o seguinte comportamento para essa substância (água destilada) (FIGURA 31).

Figura 31- Análise de uma substância opticamente inativa

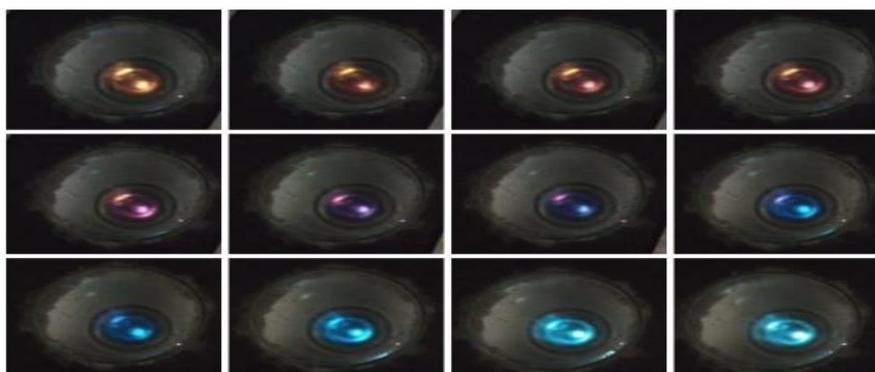


Fonte: Próprio autor

Pela sequência de imagens (Figura 31) pode-se perceber que nenhuma alteração óptica foi evidenciada pelo analisador. Esse fato era esperado, pois se trata de uma substância inativa e indica que a luz polarizada não está sofrendo desvio.

Analisada a substância de referência, foi observado o comportamento de uma solução saturada de sacarose (Figura 32).

Figura 32- Análise óptica da sacarose



Fonte: Próprio autor

A imagem acima (Figura 32) revela que a sacarose, de fato, tem a capacidade de desviar o plano da luz polarizada e também confirma o seu comportamento dextrogiro, pois as cores vistas só aparecem ao girar o analisador no sentido horário (+), corroborando o que diz a literatura no que se refere a essa biomolécula.

A explicação das cores visualizadas é de fácil entendimento, pois na análise feita foi usada a luz branca que se constitui da mistura de diversas cores e cada uma delas sofreu um desvio segundo um ângulo específico, passando por diferentes comprimentos de onda de região característica.

O mesmo procedimento foi realizado com a glicose, e foi observado o mesmo comportamento da sacarose (Figura 32) e o desvio notado através do analisador indicou uma substância dextrogiro (sentido horário (+)) e também confirmou o que é previsto na literatura dos livros de Química para essa molécula.

É importante mencionar que ao rotacionar o analisador no sentido anti-horário (-), as substâncias que apresentaram atividade óptica (sacarose e glicose) não revelaram mudanças de cor.

Na última análise efetuada, foi observado o comportamento óptico da glicerina. Essa substância seguiu o que foi mostrado na imagem acima (Figura 31) para a molécula de água que não sofreu alteração óptica. Esse aspecto já era previsto, já que a glicerina não contém carbonos assimétricos em sua estrutura, por conseguinte não desvia o plano da luz-polarizada.

Diante do que foi abordado, faz-se necessário ressaltar a importância desse trabalho para o ensino de Isomeria Óptica, tendo em vista as dificuldades demonstradas pelos discentes acerca da compreensão desse conteúdo, que por muitas vezes é trabalhado de forma bastante abstrata, principalmente no ensino médio.

Essa dificuldade se traduz pelo fato de muitas escolas não apresentarem estrutura adequada, a exemplo dos laboratórios, o que impede as aulas experimentais e acarreta uma péssima compreensão do conteúdo. Atrelado a esse aspecto, é necessário enfatizar o alto custo na aquisição de equipamentos como o polarímetro.

Diante desses fatos, a implementação de materiais alternativos nas aulas experimentais se torna extremamente necessária, pois inúmeras são as vantagens obtidas através do seu uso. No caso do equipamento construído, primeiramente, pontua-se a sua fácil elaboração e o seu baixo custo, pois os materiais para sua construção podem ser encontrados de maneira fácil e rápida, além de muitos deles não haver a necessidade da compra, além disso são de fáceis substituição, como, por exemplo, o uso dos filtros polarizadores, que poderiam ser encontrados de diversas formas. Outro ponto vantajoso, é a utilização dos reagentes para a realização das

práticas, pois muitas são as substâncias que poderiam servir para a análise e que são encontradas no cotidiano dos discentes, a exemplo da sacarose, glicose, a glicerina e até a vitamina C (ácido ascórbico). Outra vantagem que pode ser mencionada, é a realização do experimento na própria sala de aula ou em outro espaço (pátio, quadra esportiva, entre outros espaços), o que dispensaria a utilização do laboratório, que não faz parte da realidade de muitas escolas do ensino básico.

Outrossim, o uso desse equipamento serve como recurso para tornar as aulas mais atrativas, demonstrando como os conceitos teóricos se relacionam efetivamente com a prática, com ênfase no desenvolvimento de tecnologias, como o polarímetro, que por sua vez está representado por meio de um experimento relativamente simples, contemplando algo que está relacionado ao cotidiano do aluno para compreensão do estudo do Ensino de Química.

Algumas sugestões podem ser discutidas para que outros docentes possam fazer uso do material. Uma delas seria na elaboração do equipamento, pois aconselha-se que o polarímetro possa ser construído em conjunto com os discentes em sala de aula. Com isso, o docente poderá mostrar o passo a passo do seu funcionamento e, ao mesmo tempo, explicar as propriedades das substâncias opticamente ativas encontradas no dia a dia, a exemplo da sacarose. No mais, esse material pode ser expandido pelo corpo docente da escola, ajudando os demais professores.

5.3. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO

A aplicação foi realizada no laboratório de Química do IFPB no Campus João Pessoa e dela participaram 16 alunos do 4º ano do curso de Instrumento Musical.

Todos os discentes participantes nunca tiveram aulas experimentais no laboratório de Química ao longo dos quatro anos no ensino médio. Esse fato revela uma preocupação, pois apesar do Campus fornecer uma boa estrutura para as atividades experimentais, os métodos adotados na abordagem dos conteúdos de Química ainda se revelam muito tradicionais a partir de aulas meramente expositivas. Nesse sentido, há de existir uma reflexão acerca da importância das práticas experimentais no ensino das ciências naturais.

Para a aplicação foram utilizadas duas aulas de 50 minutos cada, com a turma dividida em dois momentos. Na primeira etapa (Figura 33), foram brevemente discutidos os principais tópicos de isomeria óptica, como o conceito de quiralidade, carbono assimétrico, enantiômeros e um breve apanhado sobre o funcionamento do polarímetro, pois, desse modo, seria possível identificar as dificuldades demonstradas pelos estudantes e proporcionar métodos de ensino que os ajudassem na compreensão do conteúdo.

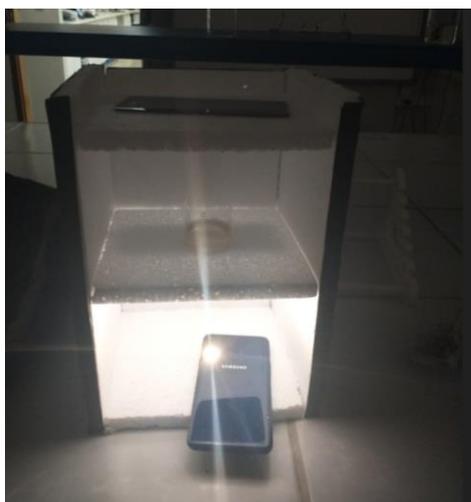
Figura 33- Discussão acerca dos principais tópicos sobre isomeria óptica



Fonte: Próprio autor

Na segunda etapa, foi apresentado aos discentes o material desenvolvido (Figura 34) para a prática experimental. Nessa discussão, foi relatada a importância da utilização de materiais alternativos para o Ensino de Química, enfatizando o seu baixo custo, fácil manuseio e como foi elaborado o material, seguindo o passo a passo da montagem do equipamento. Após essa explanação, os alunos puderam realizar os testes no polarímetro a fim de compreender e diferenciar as substâncias opticamente ativas.

Figura 34- Realização das análises.



Fonte: Próprio autor

Após as análises realizadas pelos discentes, outro ponto importante abordado, foi como diferenciar os pares de enantiômeros. Essa discussão não pôde ser evidenciada a partir do polarímetro, pois não foi possível separar pares de enantiômeros, porém o conceito foi

explicado usando o exemplo da Talidomida, substância que na década de 60 causou sérios problemas durante o período gestacional de várias mulheres. Nesse sentido, foi apresentado que o enantiômero (S) -Talidomida teratogênico ocasionava má formação nos fetos, enquanto o (R) -Talidomida sedativo minimizava os efeitos de enjoos. Essa discussão deixou claro que a distinção dessas substâncias só poderia ser realizada pelo seu desvio óptico característico, que é analisado através do polarímetro.

Esse desvio pode ser no sentido horário (+), sendo designado como substância dextrogira, e conseqüentemente, o seu par terá um desvio anti-horário, sendo uma substância levogira.

Outro aspecto importante, foi ressaltar que as propriedades físicas de pares de enantiômeros, como, por exemplo, ponto de fusão e ebulição, assim como a densidade são idênticas, por conseguinte não são capazes de diferenciar essas substâncias.

5.4. QUESTIONÁRIO

Ao final da prática experimental, foi distribuído um questionário (Apêndice I) com breves perguntas acerca do tema de isomeria óptica e a importância das aulas experimentais.

Ao serem perguntados se as aulas experimentais no laboratório facilitam a consolidação da aprendizagem na disciplina de Química, item 2 do questionário, a aluna “A” respondeu: *“Sim, com certeza facilitou a fixação do assunto e é uma maneira mais didática de explicar a Química”*. A aluna “B”, ao responder a mesma pergunta feita acima mencionou *que: “Se tivessem mais aulas, acredito que facilitaria bastante o entendimento de Química”*. Já a aluna “C” ao responder o item proposto asseverou *que: “Sim, a teoria explicada em sala de aula é mais facilmente compreendida dessa forma”*.

Diante dos relatos acima, é possível compreender que para sedimentar o entendimento da Química, o docente deve adotar uma abordagem facilitadora que amplie a mera exposição teórica nas aulas. Nesse sentido, as práticas experimentais são de suma importância para que o aluno desenvolva um senso crítico atrelado ao pensamento químico capaz de relacionar o aprendizado às transformações que ocorrem no cotidiano (DA CUNHA et al., s.d).

Ao ser indagada se a proposta de aula experimental ajudou na aprendizagem do conteúdo abordado e facilitou a compreensão das perguntas propostas, item 7 do questionário, a aluna “C” mencionou *que: “A aula experimental foi muito interessante, mas Química não me interessa muito, então não aprendi muita coisa”*. Segundo Santos et al. (2013), a disciplina de Química ainda é vista como pouco interessante pelos discentes, mesmo sendo uma ferramenta

que possa contribuir para a compreensão de fenômenos que ocorrem a todo instante no dia a dia. O relato da aluna “C” ajuda a corroborar esse aspecto, que é evidenciado, principalmente, nas disciplinas de ciências naturais. Em vista disso, o uso das aulas experimentais pode ser uma ferramenta que além de contextualizar, insere a interdisciplinaridade nas aulas de Química, proporcionando uma ampliação cognitiva do aluno, o que contribui para um conhecimento significativo na medida em que desperta um aprendizado mais ativo e questionador e ajuda a inserir os discentes no campo da Química (SARTORI et al., 2012).

Já o aluno “D”, ao responder o mesmo item 7, falou que: *“Sim, porém não aprendi o conteúdo completo em sala de aula, por isso tive dificuldade em responder o questionário”*. Nesse aspecto, no modelo de ensino centrado no predomínio de aulas expositivas, há uma alta dependência dos alunos em relação ao professor (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014). Assim, é de suma importância o emprego de temas geradores interligados ao Ensino de Química, com a utilização de práticas experimentais, que proporciona métodos inovadores para a ampliação do conhecimento dos discentes e promove uma efetiva participação desses atores no processo de ensino-aprendizagem (SANTOS; SILVA, 2015).

Já aluna “E”, ao reponder se a proposta de aula experimental ajudou na assimilação do conteúdo abordado e facilitou a compreensão das perguntas propostas no questionário fala que: *“sim, e deveriam ser planejadas mais aulas experimentais”*. Nesse ponto, segundo Da Silva (2017), as práticas experimentais são essenciais e contribuem para o desenvolvimento dos alunos, tendo em vista que os apoiam na construção do aprendizado e permitem a sua participação no desenrolar das atividades, o que lhe concederá uma maior facilidade para assimilar os conteúdos teóricos vistos nas aulas expositivas, despertando o interesse do discente acerca da identificação de processos e fenômenos naturais.

Relatos como esses são de suma importância, pois refletem a realidade dos alunos acerca do interesse pela disciplina, a exemplo da exposição feita pela aluna “C”, que revela indícios de um desestímulo com os métodos tradicionais de ensino. Dessa forma, segundo Abrantes et al., (2018, p.2)

A educação não tem conseguido atingir seu principal objetivo: a formação de cidadania. Os professores não têm conseguido aplicar o conteúdo planejado com sucesso e não estão obtendo os devidos resultados, ficando assim uma aula monótona e cheia de teorias onde o aluno não consegue assimilar todos aqueles conteúdos, principalmente no ensino da química onde na maioria dos casos os conteúdos são passados através do quadro branco ou livros didáticos que nem sempre transferem uma clareza e um bom entendimento ao aluno, nem mesmo associar o conhecimento adquirido ao meio em que vive.

Como forma de atenuar essa dura realidade de ensino, o docente pode realizar consultas com a turma sobre como as suas aulas podem melhorar e, nesse sentido, as práticas

experimentais são formas de atrair os estudantes para o universo da Química, estimulando a aprendizagem e facilitando a assimilação do conteúdo.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou apresentar uma prática experimental acerca do conteúdo de isomeria óptica pela construção de um polarímetro alternativo para a turma do 4º ano do curso de Instrumento Musical IFPB, Campus João Pessoa.

Pela utilização desse equipamento, foi possível observar de maneira qualitativa o comportamento de substâncias opticamente ativas através do desvio da luz polarizada. Além disso, a pesquisa, por meio da sua aplicação, se revelou capaz de promover uma forma de auxílio ao docente nas aulas práticas experimentais, utilizando apenas materiais de baixo custo e fácil acesso que se mostraram capazes de fornecer resultados que estão de acordo com a literatura dos livros de Química. Outra observação importante em relação aos materiais alternativos, é a contribuição que eles foram capazes de fornecer para uma aprendizagem mais significativa, visto que permitiu aos alunos relacionar os conceitos teóricos com a prática e ajudou na compreensão que os estudos da Química Orgânica apresentam para a vida e para a sociedade.

A aplicação deste trabalho também se revelou muito satisfatória no sentido de ampliar, em relação aos discentes, a importância das aulas experimentais no Ensino de Química, pois apesar dos diversos laboratórios e da ótima estrutura encontrados no Campus, nenhum aluno participante da pesquisa havia interagido com as atividades práticas nesses locais, o que, segundo relatos, dificultou a compreensão da disciplina, que é abordada sobremaneira a partir de aulas expositivas ao longo do curso.

A importância das atividades experimentais é de suma relevância nas ciências naturais, pois proporciona maior motivação e curiosidade aos alunos. Essa expectativa foi notada no momento da aplicação, já que os discentes se mostraram inteiramente participativos a todo instante. Antes da aplicação foi realizada uma breve revisão sobre algumas concepções básicas sobre isomeria óptica, já que alguns estudantes apresentaram certas dificuldades acerca de conceitos como o de quiralidade.

Por fim, cabe destacar que os objetivos da pesquisa foram alcançados, visto que foi possível abordar uma temática alternativa para o Ensino de Química que contribuiu para um aprendizado mais relevante por parte dos estudantes ao abordar assuntos interligados ao seu cotidiano, principalmente relacionado ao contexto dos fármacos. No mais, espera-se que esse material possa ser difundido entre os docentes para contribuir nas aulas de Química da educação básica e auxiliar os discentes na compreensão do conteúdo de isomeria óptica.

7 REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. L. F. et al. Utilização de materiais alternativos no ensino de química: uma revisão da literatura. **ISSN**, Campina Grande, p. 1-8, novembro 2018.
- ALMEIDA, L. C. M. **O papel da experimentação no Ensino de Química**. Monografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói. Rio de Janeiro, 2011.
- ALVES, N. B.; SANGIOSO, F. D.; PASTORIZA, B. S. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de Química Orgânica do ensino superior – Estudo de caso em duas universidades federais. **Química Nova**, Rio Grande do Sul, v. 44, n. 6, p. 773-782, agosto/dez. 2020.
- BAGATIN, O. et al. Rotação de luz polarizada por moléculas quirais: uma abordagem histórica com proposta de trabalho em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 21, p. 34-38, maio 2005.
- BORGES, P. B. P.; GOI, M. E. J.; VARGAS, J. P. Isomeria: Uma descoberta de Jacob Berzelius sob o olhar de Larry Laudan. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e518101321535, 2021.
- BRUCE, P. Y. **Química Orgânica**. 4ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. Vol. 1.
- CAMPOS, L. S. **Estereoquímica: uma análise do conteúdo didático abordado nos livros do ensino médio e propostas de materiais complementares**. Monografia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Alagoas, 2018.
- CAREY, F. A. **Química Orgânica**. 7. ed. v.1. São Paulo: AMGH Editora Ltda, 2011.
- COELHO, F. A. S. Fármacos e Quiralidade. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 23-32, maio 2001.
- DA CUNHA, J. M et al. O USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NUMA PERSPECTIVA DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA.
- DAITX, A. C.; DE QUADROS, R. L.; STRACK, R. Evasão e retenção escolar no curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da UFRGS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 153-178, 2016.
- DA SILVA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais—aspectos gerais. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.
- DA SILVA, E. D. **A importância das atividades experimentais na educação**. Monografia, Universidade Candido Mendes AVM, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

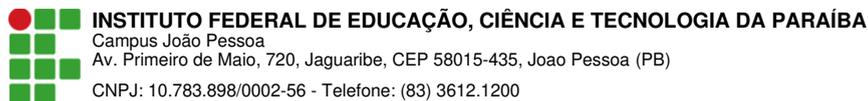
- DA SILVA, E. L. **Contextualização no Ensino de Química: ideais e proposições de um grupo de professores**. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo. São Paulo, 2007.
- DA SILVA, V. G. **A importância da experimentação no Ensino de Química e Ciências**. Monografia, Universidade Estadual Paulista, Bauru. São Paulo, 2016.
- DE LUCA, A. G. O Ensino de Química e algumas considerações.
- FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: vol. único. 7^a.ed. São Paulo: Moderna, 2008. 480 p.
- FONSECA, M. R. M. **Completamente Química, Ciências, Tecnologia & Sociedade**. São Paulo: Editora FTD S.A, 2001.
- GIORDAN, M. O papel da Experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, novembro. 1999.
- GUEDES, L. D. S. **Experimentos com materiais alternativos: sugestão para dinamizar a aprendizagem de eletromagnetismo**. Dissertação, Universidade Federal de Goiás, Catalão. Goiás, 2017.
- HILGENBERG, M.; CANTERI, M. H. G.; HASS, D. Implantação de Metodologia de Rotina de Uso de Polarímetro. XVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), 2012.
- HORN, P. A. **Práticas com materiais Alternativos no Ensino da Química: uma nova percepção**. Monografia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. Paraná, p.11. 2012.
- LIMA, O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 136, setembro. 2012.
- MENDONÇA, A. M. G. D.; PEREIRA, D. de L. Ensino de Química: Realidade docente e a importância da experimentação para o processo de aprendizagem. **Encontro de Iniciação à docência da UEPB**, v. 5, 2014.
- NETO, J. E. S.; CAMPOS, A. F.; JÚNIOR, C. A. C. M. Abordando a Isomeria em Compostos Orgânicos e Inorgânicos: Uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, 2013.
- NETO, J. A. P. **Proposta de ensino de polarização da luz com utilização de TDIC**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- OLIVEIRA, D. G. D. B.; GABRIEL, S. S.; MARTINS, G. S. V. A experimentação investigativa: utilizando materiais alternativos como ferramenta de ensino-aprendizagem de química. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar, Cajazeiras**, n. 2, p. 238-247, 2017.

- REZENDE, G. A. A. **Ensino de Estereoquímica: construção e aplicação de um modelo em sala de aula.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Minas Gerais, 2016.
- RIBEIRO, E. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. **Evidências**, Araxá, n. 4, p. 129-148, 2008.
- SÁ DIAS, E. J. D. **Experimentos de Química Orgânica utilizando materiais alternativos para a aplicação no ensino médio.** Monografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís. Maranhão, 2016.
- SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/QUÍMICA). **Scientia Plena**, Sergipe, v. 9, n. 7, março/dez. 2013.
- SANTOS, D. O.; DA SILVA, G. S. Produção de hidrogênio a partir de materiais alternativos por alunos do Ensino Médio. **Scientia Plena**, Sergipe v. 11, n. 6, 2015.
- SARTORI, E. R. et al. Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 107-111, 2013.
- SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas no Ensino de Química.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. São Paulo, 2004.
- SOLOMONS, T.W. Graham; SNYDER, C. R.; FRYHLE, Craig B. **Química orgânica.** 12. ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 1 / 2018.
- SOUZA, B. B. **A experimentação no Ensino de Química: trabalhando a isomeria óptica.** Monografia, Instituto Federal de Goiás, Inhumas. Goiás, 2015.
- WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. A. A contextualização do Ensino de Química através do livro. **Química Nova**, São Paulo n. 22, p. 42-47, janeiro/julho 2005.
- WARTHA, E. J.; DA SILVA, E. L; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova**, São Paulo, n. 2, p. 84-91, maio. 2013.

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO

1. Você costuma ter aulas experimentais no laboratório?
2. As aulas experimentais no laboratório facilitam a consolidação da aprendizagem na disciplina de Química?
3. Nessas aulas experimentais há a utilização de materiais alternativos que possam auxiliar na substituição de outros produtos ou equipamentos que não sejam encontrados no laboratório?
4. O que você entende sobre Isomeria Óptica?
5. Qual é a importância de diferenciarmos os isômeros opticamente ativos? Há alguma relação entre essas substâncias e o nosso dia a dia?
6. Por que devemos usar o polarímetro em vez de outras propriedades químicas para diferenciar as substâncias opticamente ativas como acontece na distinção dos isômeros constitucionais, em que é utilizado o ponto de fusão e ebulição dessas substâncias?
7. Se essa proposta de aula experimental ajudou na aprendizagem do conteúdo abordado por parte dos discentes e facilitou a compreensão das perguntas propostas no questionário?



Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC Final

Assunto: TCC Final
Assinado por: Anderson Simoes
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Anderson Savio de Medeiros Simoes, CHEFE DE DEPARTAMENTO - CD4 - DES-JP, em 29/05/2023 08:57:57.

Este documento foi armazenado no SUAP em 29/05/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 839750
Código de Autenticação: a5f36cca53

