

# ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ISOMERIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA MODALIDADE HÍBRIDA

PRODUTO EDUCACIONAL



Ederson Vinícius Argemiro  
Alexandre Rossi  
Evandro Roberto Alves

2023

A photograph of laboratory glassware on a white surface. In the foreground, a round-bottom flask contains a pink liquid with white foam on top. Behind it, an Erlenmeyer flask contains a purple liquid with white foam. In the background, a rack holds several test tubes with various colored liquids (blue, pink, yellow).

## **ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ISOMERIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA MODALIDADE HÍBRIDA**

Produto educacional resultante da Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre Rossi e coorientação do Prof. Dr. Evandro Roberto Alves, apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional/PROFQUI, área de concentração Química, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

# Agradecimentos

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos à Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM pela infraestrutura disponibilizada, a qual foi essencial para a realização deste trabalho bem como a todos os participantes que colaboraram na construção deste produto educacional.

Além disso, os autores reconhecem o apoio do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Ambos foram fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste projeto antes idealizado e que agora se torna realidade.

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
TÓPICO 1 - INTRODUÇÃO À ISOMERIA.....	2
1 ATIVIDADES.....	4
1.1 MEDICAMENTO TALIDOMIDA - DO TRATAMENTO À TRAGÉDIA HUMANA.....	4
1.2 WHATSAPP E EDPUZZLE - CADASTRO DO GRUPO.....	11
1.3 PERFIL DOS ALUNOS - ESTUDOS E USO DAS TDIC.....	11
TÓPICO 2 - ISOMERIA CONSTITUCIONAL.....	12
2 ATIVIDADES.....	21
2.1 ISOMERIA CONSTITUCIONAL - SALA DE AULA INVERTIDA.....	21
2.2 RODA DE CONVERSA/GRUPO DE ESTUDO.....	21
2.3 ISOMERIA CONSTITUCIONAL - ROTAÇÕES POR ESTAÇÃO.....	21
2.3.1 ESTAÇÃO 1 - JOGO DE MEMÓRIA.....	22
2.3.2 ESTAÇÃO 2 - AVALIAÇÃO DO ENSINO.....	24
TÓPICO 3 - ISOMERIA GEOMÉTRICA.....	25
3 ATIVIDADES.....	27
3.1 ISOMERIA GEOMÉTRICA - SALA DE AULA INVERTIDA.....	27
3.2 RODA DE CONVERSA/GRUPO DE ESTUDO.....	27
3.3 ISOMERIA GEOMÉTRICA - ROTAÇÕES POR ESTAÇÃO.....	27
3.3.1 ESTAÇÃO 1 - REALIDADE AUMENTADA.....	28
3.3.2 ESTAÇÃO 2 - AVALIAÇÃO DO ENSINO.....	29
TÓPICO 4 - ISOMERIA ÓPTICA.....	30
4 ATIVIDADES.....	34
4.1 ISOMERIA ÓPTICA - SALA DE AULA INVERTIDA.....	34
4.2 RODA DE CONVERSA/GRUPO DE ESTUDO.....	35
4.3 ISOMERIA ÓPTICA - ROTAÇÕES POR ESTAÇÃO.....	35
4.3.1 ESTAÇÃO 1 - A QUIRALIDADE PRESENTE NO COTIDIANO E NOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	35
4.3.2 ESTAÇÃO 2 - QUEBRA-CABEÇA VIRTUAL - APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLECULAR DA TALIDOMIDA.....	36
4.3.3 ESTAÇÃO 3 - AVALIAÇÃO DO ENSINO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICES.....	43

# APRESENTAÇÃO

Este produto educacional foi elaborado como resultado do trabalho de pesquisa realizado no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional/PROFQUI, com polo na Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM. Está estruturado no formato de uma sequência didática, com o objetivo de proporcionar aos professores de Química do Ensino Médio um material diferenciado e de apoio para abordar os conteúdos de isomeria (constitucional, geométrica e óptica).

A sequência didática apresenta-se em 4 tópicos, sendo cada um deles dedicado ao ensino dos diferentes tipos de isomeria. Cada tópico contém diversificadas atividades educacionais estruturadas e articuladas intencionalmente (ZABALA, 1998), para que o propósito do ensino de isomeria seja atingido. No desenvolvimento das atividades, é aplicada a modalidade do Ensino Híbrido, que se mostra adequada no âmbito educacional e aliada ao cenário atual do avanço das Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação/TDIC. Antes da pandemia da Covid-19, o Ensino Híbrido já era uma tendência em crescimento, oferecendo aos alunos a possibilidade de realizarem seus estudos de forma presencial e *on-line*, com o uso das TDIC. Todas as atividades são planejadas utilizando-se dos aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle* para a mediação dos estudos *on-line*, pois ambos são muito utilizados e de fácil acesso. A disponibilidade de computador, celular ou tablet com acesso à *internet* pelo professor e aluno se faz necessária para que se possa propor e realizar as atividades *on-line*.

A sequência didática é adequada para ser aplicada nos estudos de Química Orgânica e os materiais utilizados para a elaboração de algumas atividades são de fácil acesso e baixo custo, facilitando o professor no momento de planejamento, elaboração e aplicação das atividades aos alunos.

Destaca-se que este produto educacional é uma sugestão adequada para ser trabalhado os conteúdos de isomeria, podendo o professor fazer adequações ou alterações durante sua aplicação, isto é, pode ser adaptado de acordo com cada realidade escolar. O professor pode aplicar a sequência didática aos alunos individualmente, distribuídos em grupos ou de qualquer outra forma que considerar adequada.

Desejamos que este produto educacional seja de grande auxílio e venha contribuir para a melhoria do processo de ensino de isomeria, que mostra ser um conteúdo de grande dificuldade de aprendizagem pelos alunos do Ensino Médio.

Autores



# TÓPICO 1

## INTRODUÇÃO À ISOMERIA

### Objetivos:

- Esclarecer a relevância da aprendizagem de isomeria na área da Química Orgânica, voltada para uma formação consciente, responsável e cidadã.
- Abordar os fatos históricos da teratogênese associada ao uso do medicamento Talidomida a fim de compreender a causa do problema por meio dos princípios químicos de isomeria.
- Preparar os alunos para a utilização de recursos digitais durante o desenvolvimento da sequência didática, aplicando o modelo educacional do Ensino Híbrido.

**Tempo Estimado:** 02 aulas de 50 minutos.





**PARA SABER MAIS...**

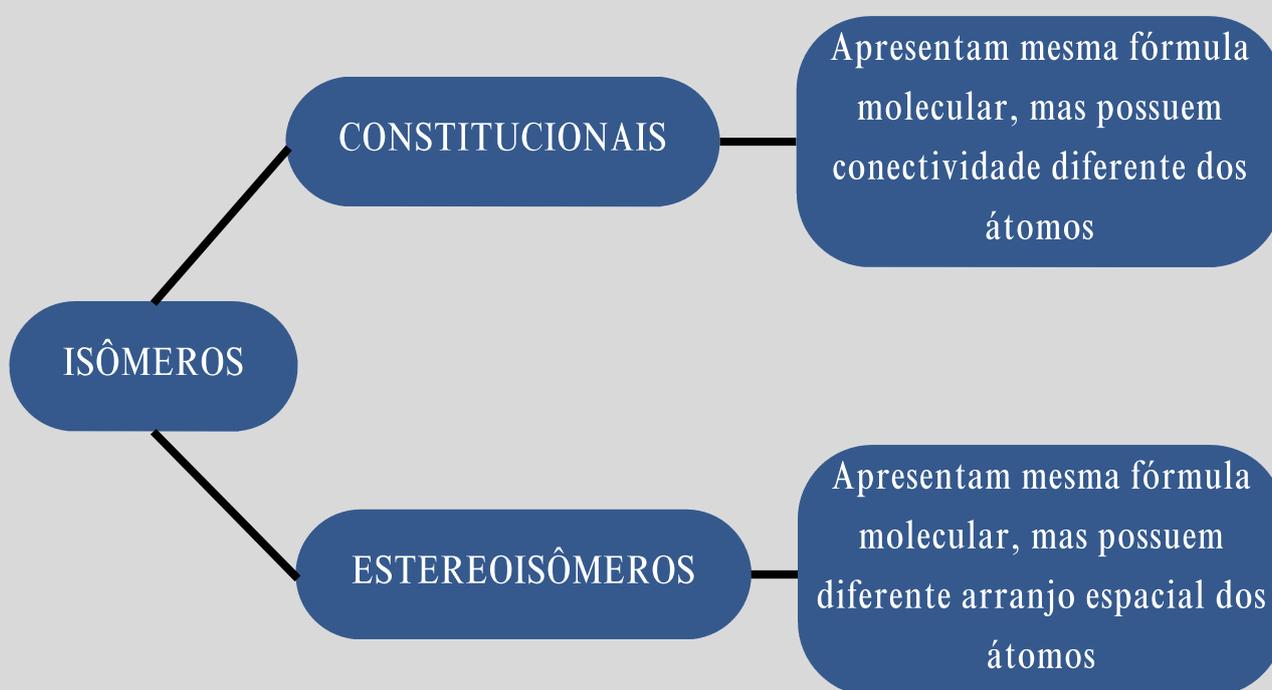
## **ISOMERIA**

O estudo da isomeria é de fundamental importância, visto que compostos de mesma fórmula molecular podem apresentar diferentes fórmulas estruturais, originando diversos compostos orgânicos com propriedades físicas e químicas distintas. A indústria farmacêutica e órgãos regulatórios importantes como a U.S. Food and Drug Administration/FDA/EUA e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Anvisa/Brasil têm grande interesse nos estudos sobre a isomeria, visto que se um composto químico for quiral ou assimétrico, esse pode apresentar isômeros com propriedades farmacológicas diferentes, como é o caso do agente anti-inflamatório ibuprofen, no qual apenas um dos isômeros é efetivo. Embora o outro isômero seja lentamente convertido no organismo no isômero efetivo, o medicamento baseado somente naquele que é efetivo, apresenta um efeito mais rápido do que se os isômeros estivessem juntos (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Vale lembrar também o medicamento Talidomida e seus efeitos adversos no desenvolvimento de fetos durante a gestação. As experiências vividas e os conhecimentos químicos sobre isomeria buscam não mais repetir tragédias como o caso do medicamento citado. Diante do exposto, consideramos que a isomeria seja um tópico de extrema importância para ser tratado no ensino de química.

O conceito de isomeria data de 1830, quando Berzelius fazia uma síntese orgânica e observou a existência de compostos químicos que apresentavam a mesma fórmula molecular, porém com propriedades físicas e químicas completamente distintas. Estes compostos foram denominados por Berzelius de isômeros, sendo o prefixo grego iso equivalendo a mesmo e meros, a partes iguais. Com o auxílio do químico alemão Liebig, que em 1824 já havia identificado o fenômeno da isomeria, Berzelius propôs uma explicação para o fenômeno, propondo que esses compostos apresentavam a mesma composição de elementos químicos, mas a disposição quanto

aos átomos desses elementos era diferente em cada composto (BORGES et al., 2021). Este fenômeno está relacionado à existência de dois ou mais compostos químicos com fórmulas e massas moleculares idênticas, mas com propriedades diferentes. A descoberta da isomeria mostrou que as propriedades das substâncias químicas não dependem unicamente de sua composição, mas também do arranjo espacial dos átomos na molécula (MCMURRY, 2011). De acordo com Klein (2016), os isômeros podem ser subdivididos em isômeros constitucionais (estruturais) e estereoisômeros (Figura 1).

Figura 1 - Isômeros constitucionais e estereoisômeros.



Fonte: Klein, 2016 - modificada.

## 1 ATIVIDADES

### 1.1 MEDICAMENTO TALIDOMIDA - DO TRATAMENTO À TRAGÉDIA HUMANA.

Essa atividade visa introduzir o conteúdo de isomeria aos alunos, levando em consideração os aspectos sociais e históricos da Talidomida, um fármaco que foi introduzido no mercado alemão em 1957, sendo comercializado como sedativo e a-

nalgésico. A indústria farmacêutica que o produziu, acreditava que esse fármaco era seguro, e que seus efeitos colaterais eram simples. Na época, os procedimentos de testes para avaliar os efeitos teratogênicos desse fármaco foram considerados insuficientes, o que impediu a detecção dos possíveis efeitos colaterais. A Talidomida era prescrita, principalmente, às gestantes para fins sedativos e contra enjoos. No final daquela década, foram descritos, em diversos países, os primeiros casos de crianças nascidas com encurtamento de membros ou sem eles. E essas crianças ficaram conhecidas como a primeira geração Talidomida.

Por meio da contextualização social e histórica dos efeitos teratogênicos do medicamento Talidomida, será iniciada a abordagem do conteúdo de isomeria aos alunos. Será permitido que sejam construídos conceitos sobre esse tema e proporcionará que seja estabelecida correlação entre o histórico trágico do fármaco e o desconhecimento químico, especificamente sobre o conteúdo de isomeria.

Em sala de aula, sugerimos que o professor trabalhe a leitura do texto proposto a seguir e posteriormente realize discussões sobre o tema, conduzindo os alunos à compreensão de que o conhecimento Químico poderia ter evitado a tragédia causada pelo uso da Talidomida.



## **TEXTO SUGERIDO PARA LEITURA COM OS ALUNOS**

### **A MÉDICA QUE SALVOU UMA GERAÇÃO DE BEBÊS DA TRAGÉDIA DA TALIDOMIDA NOS EUA**

**Fonte: RODRÍGUES M. BBC News Mundo, 2020.**

*O "não" que a médica Frances Oldham Kelsey disse a uma empresa em 1960 foi um dos mais poderosos da história da indústria farmacêutica.*

*Com sua negativa, ajudou a "salvar talvez milhares de pessoas da morte ou da invalidez durante a vida", afirmou a Agência Americana de Drogas e Alimentos (FDA, na sigla em inglês).*

*Quando a médica começou a trabalhar nessa organização, ela recebeu algo que parecia um pedido de "fácil" encaminhamento. Tratava-se de um remédio que inicialmente havia sido comercializado como sedativo na Europa, no fim dos anos 1950, e depois para aliviar náuseas durante a gravidez. Nos anos 1960, o medicamento era acessível em dezenas de países. Mas, Kelsey impediu sua venda nos Estados Unidos porque não estava satisfeita com as evidências apresentadas sobre sua segurança para uso. Vários meses depois viria à público um terrível vínculo que a comunidade científica internacional desconhecia: a Talidomida causava danos graves aos fetos. Foram ao menos 10 mil crianças que nasceram com diversas malformações. Alguns sem braços, outros sem pernas. Muitos outros morreram no útero. No Brasil, centenas de crianças foram atingidas pela tragédia. A Talidomida atingiu famílias em mais de 45 países.*

## **SENHOR OLDHAM**

*A paixão pela ciência levou Kelsey, que nasceu no Canadá em 1914, a especializar-se em farmacologia. Quando terminou seu mestrado em 1935, um de seus professores na Universidade McGill, em Montreal, a incentivou a se candidatar a uma vaga de assistente de pesquisa na Universidade de Chicago, nos EUA. O professor Eugene Geiling, que havia criado o departamento de farmacologia, enviou a ela uma carta de aceitação com um erro: a mensagem se dirigia ao "senhor Oldham". O acadêmico havia confundido o nome Frances pelo masculino Francis, segundo relata o obituário de Kelsey publicado no jornal "Washington Post" em 2015, quando ela morreu, aos 101 anos. A carta fez a jovem cientista hesitar. "Naqueles dias, quando uma mulher aceitava um emprego, isso a fazia sentir que estava privando um homem de sua capacidade de sustentar sua esposa e filho", refletiu a cientista em uma entrevista ao jornal "The New York Times". "Mas meu professor disse: Não seja estúpida. Aceite o trabalho, assine com seu nome e acrescente senhora entre parênteses. "Anos depois, Kelsey riria do episódio e diria que se o nome dela fosse Elizabeth ou Mary Jane, sua carreira poderia ter terminado por aí.*

*Na Universidade de Chicago, na supervisão de remédios”, conta Stephen Phillips, em “Como uma médica-cientista salvou os EUA de uma catástrofe de malformações”, segundo texto publicado pela própria instituição.*

*Como estudante de pós-graduação em 1937, Kelsey desempenhou um papel-chave em outro caso histórico de regulação de remédios no século 20. Ela ajudou o professor Eugene Geiling a investigar a morte de 107 pessoas em diferentes regiões dos EUA. Tudo apontava, segundo o Washington Post, para um remédio que combatia infecções causadas por estreptococos. Embora não tivesse sido submetido aos testes de segurança necessários, o medicamento já era comercializado. “Muitos dos que tomaram o medicamento, incluindo um grande número de crianças, sofreram uma morte agonizante”, lembrou o Washington Post. Geiling havia encomendado à pupila Kelsey que testasse o remédio em animais. Durante os experimentos, ela percebeu o efeito letal em camundongos. A tragédia levou o Congresso dos Estados Unidos a aprovar uma lei mais estrita para garantir que um medicamento fosse considerado seguro antes de chegar ao mercado. “Foi essa exigência que décadas depois levaria a médica Kelsey, então funcionária da FDA, a negar-se a aprovar a comercialização da Talidomida até que a fabricante provesse as evidências necessárias para garantir sua segurança”, afirmou a FDA à BBC News Mundo, o serviço em espanhol da BBC.*

## **BOA DEMAIS PARA SER VERDADE**

*Na Universidade de Chicago, Kelsey não apenas trabalhou como pesquisadora, mas também como professora. Lá, ela também se formaria como médica e conheceria seu marido F. Ellis Kelsey, outro cientista que ajudou a impedir que a Talidomida fosse comercializada no país. Em 1960, seu tutor Eugene Geiling trabalhava na FDA e não hesitou em contratar Kelsey. Apenas um mês depois de ocupar seu novo cargo, a médica “foi designada para revisar uma solicitação de venda de um medicamento que ajudava a dormir, que já era amplamente prescrito em outros países para enjoos da gravidez, entre outras condições”, afirmou Phillips, autor do texto sobre Kelsey no site da Universidade de Chicago. Segundo ele, Kelsey lembrava-se claramente de sua primeira reação ao ver a apresentação da empresa William S. Merrell sobre a droga. “Era positiva demais. Não poderia ser a droga perfeita, sem riscos”.*

*Merrell tentava lançar o produto que havia sido criado pela empresa farmacêutica alemã Chemie Grunenthal. Em entrevista à Universidade de Victoria, no Canadá, Kelsey afirmou que "todos nós sentimos que a solicitação inicial era inadequada" porque não demonstrava sua segurança. A especialista lembrou que surgiu uma discussão sobre quais informações os representantes da empresa poderiam ter "sobre a segurança do medicamento durante a gravidez". Embora a farmacologista tenha se tornado a figura central no caso, especialmente depois de uma reportagem do Washington Post que elogiou seu "ceticismo e tenacidade (...) para evitar o que poderia ter sido uma terrível tragédia americana", Kelsey sempre compartilhava o crédito com seus superiores e os outros dois membros da equipe: o farmacologista Oyam Jiro e o químico Lee Geismar.*

## **IMPACTO NOS FETOS**

*Nos anos 1950, os cientistas e os profissionais de saúde não sabiam que um remédio poderia ultrapassar a barreira placentária e causar danos aos fetos, por isso não havia controle estrito de medicamentos durante a gravidez. A farmacêutica Merrell, como outras companhias à época, não havia testado a Talidomida em animais prenhes. Mas, Keyser, que já havia estudado como medicamentos atingiam fetos, considerou que a farmacêutica parecia se basear mais em depoimentos do que em resultados de estudos bem desenhados ou provas clínicas. Por isso pediu mais informações antes de autorizar ou não sua comercialização nos EUA. A companhia apresentou mais dados e, ao mesmo tempo, começou uma pressão pública contra Kelsey, com cartas, telefonemas e visitas de executivos da Merrell. Ela foi chamada de exigente, teimosa e irracional, segundo o obituário dela no jornal The New York Times. A pesquisadora manteve sua postura de rejeitar as evidências apresentadas pela Merrell até que algo determinante aconteceu. Em fevereiro de 1961, ela leu um artigo na revista especializada British Medical Journal no qual um médico relatava efeitos adversos em braços e pernas de pacientes associados à Talidomida. Isso não apenas aumentou a preocupação de Kelsey como também a levou a pedir provas de que o remédio não era danoso aos fetos. Meses depois viriam à público relatos devastadores na Europa e na Austrália. Após diversas tentativas, a Merrell desistiu de entrar no mercado americano.*

## CASOS NO EUA

*O medicamento nunca foi comercializado oficialmente nos EUA, mas o país não ficou imune à tragédia. Segundo a FDA, quase 20 crianças americanas haviam nascido com efeitos colaterais da Talidomida porque o remédio foi distribuído legalmente para fins de pesquisa. Quando os casos emergiram em outros países, as autoridades sanitárias correram para recolher os remédios distribuídos. O caso da Talidomida levou os EUA a aprovarem uma legislação mais rigorosa para regular medicamentos. "Houve mudanças na lei, e um dos requisitos era que, antes que um medicamento fosse comercializado, era preciso mostrar não apenas que era seguro como também eficaz para seu objetivo", lembrou Kelsey em entrevista à Universidade de Victoria. Depois do que aconteceu com a Talidomida, entre 1960 e 1990 cada vez mais países começaram a adotar procedimentos científicos elaborados pela FDA, afirmou Carpenter, de Harvard, autor do livro Reputação e Poder: Imagem Organizacional e Regulação Farmacêutica na FDA.*

## O QUE ACONTECEU COM A TALIDOMIDA

*Segundo o Museu de Ciência do Reino Unido, os pesquisadores da farmacêutica Grunenthal, que fabricava o medicamento na Alemanha na década de 1950, haviam feito testes e afirmaram que havia sido "praticamente impossível chegar a uma dose letal do medicamento" nos estudos com animais. Em grande parte, isso serviu de base para considerar a droga "inofensiva para os humanos". Ocorre que muitas substâncias que não são tóxicas para camundongos, por exemplo, podem ser danosas para outros mamíferos. E mesmo aquelas que são inócuas para vários animais podem se revelar extremamente tóxicas para os seres humanos. Foi a partir dessa constatação que se estabeleceu boa parte do protocolo de testagem de medicamentos em vigor até hoje. Por isso, uma nova droga, para ser aprovada, precisa ser testada em pelo menos três diferentes animais e também nos seres humanos – em nada menos que quatro fases, em geral. O medicamento foi vendido em 49 países e levou cinco anos para que fosse estabelecida uma conexão entre a Talidomida tomada por grávidas e o impacto em seus filhos. Ela só foi retirada do mercado em 1961. No Brasil, vítimas da Talidomida ganharam direito a indenizações pelo governo brasileiro em 2010.*

*O governo foi responsabilizado porque, diferentemente de outros países, que retiraram a droga de circulação em 1961, o Brasil só suspendeu o uso do medicamento para este fim quatro anos depois.*

## **QUESTÕES QUE PODEM TRABALHADAS COM OS ALUNOS**

- Já tinha conhecimento sobre o fármaco Talidomida?
- O que pensa sobre o fato do medicamento Talidomida ser o responsável pela maior tragédia da medicina?
- A automedicação é uma prática muito frequente entre os humanos. Com base nessa afirmação, responda:
  - a) Alguma vez já se automedicou?
  - b) Conhecendo o efeito teratogênico da Talidomida em fetos na gestação, e sabendo que alguns medicamentos causam efeitos colaterais no organismo humano, qual é a sua opinião sobre automedicação?
    - A informação de que o conhecimento químico permite a compreensão da tragédia causada pela Talidomida, aumenta o seu interesse em aprender mais sobre os conteúdos da Química?
    - Até o ano de 2010, foram registrados no Brasil cerca de 429 casos de novos casos de teratogênese, devido ao uso da Talidomida (BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO, 2021). O Ministério da Saúde em parceria com a Anvisa, têm realizado ações de educação continuada no intuito de conscientizar sobre o uso racional e controle do medicamento. No entanto, atualmente há casos de gestantes utilizando a Talidomida (JESUS et al., 2020). De acordo com essa informação, você considera que ampliar o conhecimento em Química auxiliaria na redução do número de gestantes que ainda utilizam a Talidomida?

## 1.2 WHATSAPP E EDPUZZLE - CADASTRO DE GRUPOS

Nesta etapa, sugerimos que o professor apresente aos alunos e explique os principais recursos de utilização do *WhatsApp* como ferramenta digital e de suporte ao desenvolvimento do Ensino Híbrido. Os alunos devem ser cadastrados em um grupo de *WhatsApp* identificado, por exemplo, como “Grupo Isomeria”, tendo o professor como administrador. Essa atividade pode ser realizada em sala de aula na Escola e com o uso de celulares/*tablets* conectados à *internet*.

Como aporte para a sala de aula invertida, o professor-pesquisador pode criar uma sala virtual denominada “Isomeria” no aplicativo *Edpuzzle* e compartilhar o *link* de acesso, por meio do grupo de *WhatsApp*. Esse aplicativo permitirá acompanhar os alunos referente à visualização das videoaulas disponibilizadas sobre isomeria, podendo obter informações daqueles que visualizaram as mesmas por completo ou mesmo parte delas. A utilização do *Edpuzzle* deve ser orientada pelo professor, de modo que os alunos possam conhecer o aplicativo para o acesso às videoaulas, durante os estudos *on-line*. Existem no *youtube* diversos vídeos explicativos de como utilizar o aplicativo. Cabe ao professor buscar aquele que mais atende às suas necessidades.

## 1.3 PERFIL DOS ALUNOS - ESTUDOS E USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO/TDIC

Para obter um perfil dos alunos em relação aos estudos e uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), sugerimos a aplicação do Questionário A (Apêndice 1), estruturado no *Google Forms*. Dessa forma, os alunos poderão responder de formato *on-line*, sendo o *link* de acesso compartilhado no grupo de *WhatsApp*. O tempo de preenchimento do questionário é de aproximadamente 10 minutos. Ao analisar as respostas dos alunos, o professor poderá utilizar as informações para melhor direcionar os trabalhos que serão realizados, com o intuito tornar o ensino de isomeria mais atrativo.

# TÓPICO 2

## ISOMERIA CONSTITUCIONAL

### Objetivos:

- Introduzir o conteúdo sobre a isomeria constitucional de compostos orgânicos, aplicando o submodelo de sala de aula invertida.
- Utilização dos aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle* para a realização de atividades (videoaulas e/ou texto) *on-line*.
- Estimular os alunos a desenvolverem a autonomia de estudos de modo que passem a ser responsáveis pela construção do próprio conhecimento.
- Estabelecer um diálogo entre professor e alunos em sala de aula, o que possibilitará o debate aprofundado das dúvidas surgidas durante o processo de estudo dos conteúdos realizados *on-line*.
- Consolidar e avaliar o ensino dos alunos quanto aos conceitos de isomeria constitucional, por meio de atividades aplicadas no submodelo de rotação por estações.
- Proporcionar aos alunos oportunidades para que desenvolvam sua criatividade, trabalhem de forma colaborativa e possam aplicar seu conhecimento cognitivo na resolução de problemas.

**Tempo Estimado:** 02 aulas de 50 minutos (o tempo da atividade de sala de aula invertida não está incluso, pois será realizado em formato *on-line* e à distância)

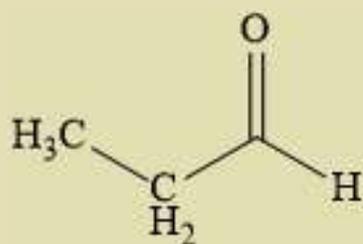


**PARA SABER MAIS...**

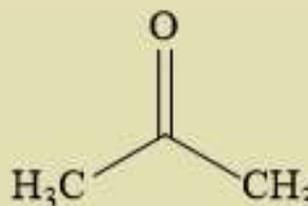
## ISOMERIA CONSTITUCIONAL

Compostos que têm a mesma fórmula molecular, mas diferem entre si na maneira com que seus átomos estão conectados são chamados de isômeros constitucionais, isto é, os átomos que compõem as moléculas são idênticos, no entanto, o arranjo é diferente (ATKINS, 2018). Por exemplo, os compostos butano e metil-propano, apesar de terem a mesma fórmula molecular, a conexão entre os átomos de carbono (C) são diferentes, caracterizando uma cadeia carbônica linear e uma ramificada, respectivamente. Entretanto, ambos os compostos são gases, porém o butano condensa em  $-1^{\circ}\text{C}$  e o metil-propano, em  $-12^{\circ}\text{C}$  (ATKINS, 2018). Visando organizar os estudos do conteúdo, a isomeria constitucional é dividida em isomeria de função, cadeia, posição e de compensação ou metameria (BRUNI et al., 2016).

- **ISOMERIA DE FUNÇÃO** - Os isômeros pertencem às funções orgânicas diferentes como. Exemplo:



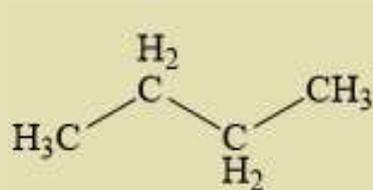
**propanal**



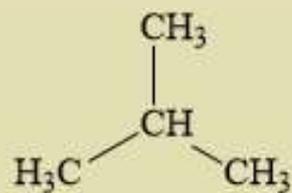
**propanona**

- **ISOMERIA DE CADEIA** - Os isômeros apresentam diferenças na cadeia carbônica principal. Exemplos:

*Cadeia aberta sem e com ramificação:*

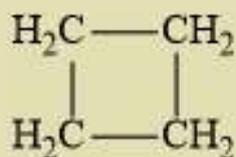


**butano**

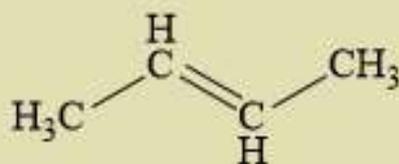


**metil-propano**

*Cadeia aberta e fechada:*

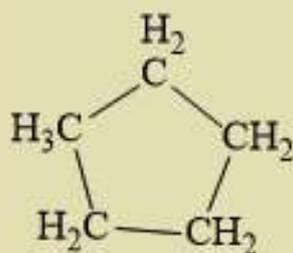


**ciclo-butano**

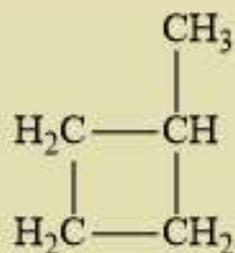


**but-2-eno**

*Cadeia fechada sem e com ramificação:*



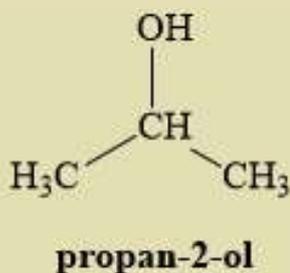
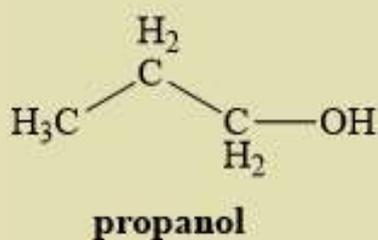
**ciclo-pentano**



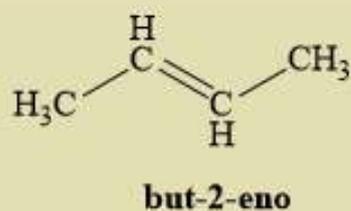
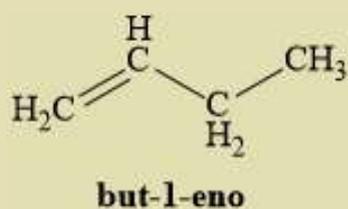
**metil-ciclo-butano**

- **ISOMERIA DE POSIÇÃO** - Os isômeros apresentam diferenças quanto na posição de um radical ou de uma insaturação.

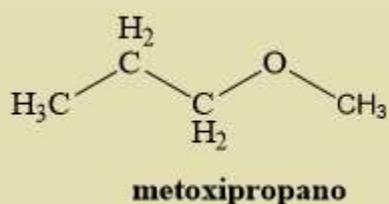
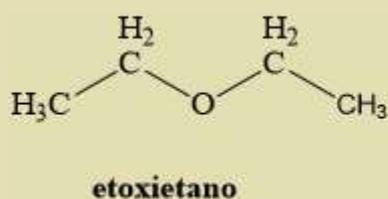
*Posição de radical:*



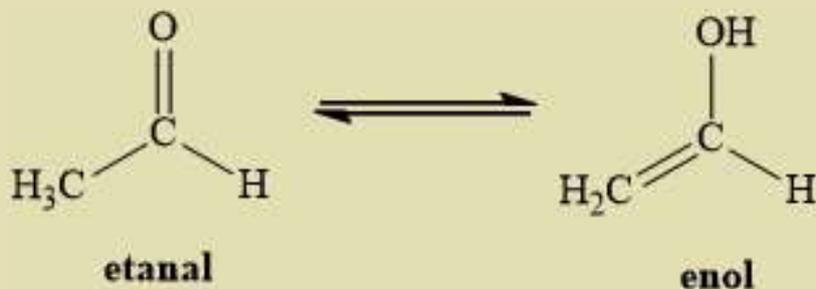
*Posição de insaturação:*



- **ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO OU METAMERIA** - Os isômeros apresentam diferenças quanto na posição de um heteroátomo na cadeia carbônica.  
Exemplo:



- **TAUTOMERIA:** Os isômeros apresentam mesma fórmula molecular, porém consistem em compostos de funções orgânicas diferentes em equilíbrio químico dinâmico. Exemplo:



**PARA SABER MAIS...**

## **O ENSINO HÍBRIDO - *BLENDED LEARNING***

O Ensino Híbrido é uma abordagem pedagógica que combina as atividades presenciais com as realizadas por meio das TDIC (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015). Os autores Christensen, Staker e Horn (2013), baseados no documento intitulado “Ensino Híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos”, trouxeram uma definição bastante ampla do Ensino Híbrido, também denominado de *blended learning*, além de apresentarem diferentes modelos ou formas de aplicação. O Ensino Híbrido foi considerado pelos autores como um programa de educação formal, em que o aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino *on-line* e tem o controle sobre o tempo, modo e/ou ritmo do estudo e localidade física supervisionada e fora de sua residência. Essa abordagem pedagógica converge os ensinamentos presencial e à distância, além de extrair a essência de cada uma destas modalidades.

Nos estudos conduzidos em formato *on-line* é considerada a autonomia do aluno em estabelecer quando, onde e com quem vai estudar. Ainda, os conteúdos e as instruções devem ser planejados e elaborados pelo professor, especificamente para a disciplina. As atividades à distância, essas comumente utilizam de vídeos extraídos de plataformas como *Khan Academy*, *TED Talks* e *YouTube*, ou podem ser criados pelo próprio professor, entretanto, são visualizados pelos alunos antes das aulas presenciais (BERGMANN; SAMS, 2012; HAMDAN et al., 2013; MORAN; MILSON, 2015). As atividades podem ser também realizadas por meio de textos, podcasts e apresentações em *Power Point*, permitindo que professores ensinem conteúdos de maneira eficiente e em um curto intervalo de tempo, quando comparado ao modelo tradicional de ensino (MASON; SHUMAN; COOK, 2013). A parte presencial deve necessariamente ter a supervisão do professor, valorizar as interações interpessoais e abordar as atividades trabalhadas de forma *on-line*, proporcionando um processo de ensino-aprendizagem com melhor qualidade, interessante e personalizada. O Ensino Híbrido tem sido utilizado na Educação Básica e Superior, principalmente nos Estados Unidos e Canadá (VALENTE, 2014).

De acordo com Christensen, Horn, Staker e Horn (2013) e Bacich, Neto e Trevisani (2015), o Ensino Híbrido apresenta quatro (04) principais modelos, que são categorizados como:

**1. Modelo de Rotação** - em um curso ou disciplina, os alunos revezam diferentes tipos de atividades de ensino, seguindo um roteiro fixo a critério do professor, sendo pelo menos uma atividade realizada *on-line*.

Outros tipos de atividades podem incluir tarefas em grupos pequenos ou turmas completas, trabalhos em grupo, tutoria individual e trabalhos escritos. O modelo de Rotação tem quatro submodelos: a) Rotação por Estações, b) Laboratório Rotacional, c) Sala de Aula Invertida, e d) Rotação Individual. Para melhor compreensão desses submodelos, seguem suas descrições:

a) **Rotação por Estações** - proporciona ao aluno a possibilidade de circular dentro

da sala de aula pelas diferentes estações, sendo uma delas a estação de aprendizagem *on-line*, outra de desenvolvimento de projeto, trabalho em grupo ou interagindo com o professor. O submodelo de rotação por estações tem sido chamado de Rotação de Turmas ou Rotação em Classe.

**b) Laboratório Rotacional** – o aluno circula em diferentes espaços no ambiente escolar, sendo um deles o laboratório de informática, no qual se realizam as atividades *on-line* ou em laboratórios, para o desenvolvimento de práticas específicas.

**c) Sala de Aula Invertida** - a rotação ocorre entre as atividades supervisionadas pelo professor no ambiente escolar e a residência ou outra localidade fora da escola para aplicação do conteúdo e lições *on-line*.

**d) Rotação Individual** - difere dos outros modelos de Rotação em essência, sendo que cada aluno tem um roteiro individualizado e, não necessariamente, participa de todas as estações ou atividades disponíveis.

**2. Modelo Flex** - é aquele em que o ensino *on-line* é considerado a espinha dorsal do aprendizado do aluno, mesmo que o modelo direcione para a execução de atividades que não necessitem de *internet* em alguns momentos. Os alunos seguem um roteiro fluido e adaptado individualmente e o professor está na mesma localidade.

**3. Modelo À La Carte La Carte** - os alunos participam de um ou mais cursos integralmente *on-line* com o professor e, ao mesmo tempo, continuam vivenciando o modelo tradicional de ensino. Os alunos podem participar dos cursos *on-line* nas unidades físicas ou fora delas.

**4. Modelo Virtual Enriquecido** - é uma experiência de escola integral em que os alunos realizam parte das tarefas na unidade escolar e a outra parte como ensino *on-line*.

O modelo de rotação e seus submodelos seguem mais o entendimento da concepção do Ensino Híbrido (Zona Híbrida), uma vez que buscam compartilhar os benefícios ofertados na sala de aula física e no ensino *on-line* (Figura 2). Os modelos Flex, A La Carte, Virtual Enriquecido e de Rotação Individual, por outro lado, desenvolvem-se de modo mais disruptivo em relação ao sistema tradicional de ensino (CHRISTENSEN; STAKER; HORN, 2013). Para os modelos que se encontram fora da Zona Híbrida, é observada a concepção da realização do ensino com prioridade no desenvolvimento de atividades *on-line*, afastando-se da sala de aula tradicional.

Figura 2 - Modelos Híbridos e a Zona híbrida.



Fonte: Christensen; Staker e Horn, 2013 - modificada.

Vale ressaltar que o Ensino Híbrido pode ser aplicado pelo professor a uma turma de alunos de maneira a utilizar um ou mais submodelos inseridos na zona híbrida de ensino. Não há uma ordem estabelecida para a aplicação e desenvolvimento desses submodelos e nem hierarquia entre cada um deles (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015). A aplicação de qualquer submodelo e a combinação entre cada um, vem de encontro com as necessidades pré-estabelecidas durante a prática docente, ficando a cargo do professor decidir quais seriam adequados e aplicados em sua prática educacional.

O Ensino Híbrido pode oportunizar experiências riquíssimas, beneficiando o processo de ensino-aprendizagem. Enfield (2013) relatou que os alunos se sentiram mais confiantes para aprender de forma independente. Lima-Júnior et al. (2017) notaram melhoria significativa no rendimento escolar e na aprovação dessa metodologia pela maioria dos alunos da disciplina Química, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio.

As vantagens da aplicação de sala de aula invertida estão relacionadas, principalmente, à identificação e atendimento das necessidades individuais de aprendizagem dos alunos. Caso o conteúdo de um vídeo não seja completamente compreendido, o mesmo pode ser revisto até o completo entendimento. Além disso, a metodologia permite o contato com a tecnologia digital (BERGMANN; SAMS, 2012) e oportuniza diferentes estilos de aprendizagens (MASON; SHUMAN; COOK, 2013). Herreid e Schiller (2013) relataram a exigência de dedicação de tempo para o preparo das videoaulas, orientação dos alunos, a elaboração de estratégias para a construção de conhecimentos, demandando melhor preparo profissional do professor. Os mesmos autores também relataram certa preocupação em relação ao conteúdo ser ministrado além do professor, ficando sob a responsabilidade dos alunos. Ainda, discutiram sobre a dificuldade para a implantação da metodologia, uma vez que a maioria dos alunos brasileiros não estão acostumados a terem autonomia no momento da aprendizagem (MARTINS et al., 2019).

## 2 ATIVIDADES

### 2.1 ISOMERIA CONSTITUCIONAL - SALA DE AULA INVERTIDA

Ao aplicar o submodelo de sala de aula invertida, disponibilize aos alunos no grupo de *WhatsApp* o *link* de uma videoaula do aplicativo *Edpuzzle* que trate sobre o conteúdo de isomeria constitucional.

Como sugestão de videoaula, indicamos a que encontra-se disponível no *link* <https://www.youtube.com/watch?v=A8HSV2RPLss&t=2s>. Esta videoaula foi autorizada pelo seu autor para ser usada e reproduzida nessa sequência didática, garantindo que o professor não infringirá os direitos autorais ao utilizá-la. A videoaula poderá ser visualizada pelos alunos quantas vezes forem necessárias até que os conteúdos sejam compreendidos. Esta atividade deverá ser realizada de forma remota, em um momento assíncrono e antes da próxima aula presencial. Esta abordagem possibilitará que os alunos desenvolvam a autonomia de estudos e fiquem mais responsáveis pela construção do próprio conhecimento.

### 2.2 RODA DE CONVERSA/GRUPO DE ESTUDO

No formato de aula presencial, realize uma roda de conversa/grupo de estudo com os alunos, após terem visualizado e estudado os conteúdos da videoaula disponibilizada, conforme descrito no item 2.1, deste tópico. Nesta atividade, recomendamos que o professor aborde as dúvidas dos alunos sobre isomeria constitucional em sala de aula, buscando esclarecer e solucionar as dificuldades que possam surgir. Assim, será possível retomar os conteúdos abordados e ampliar o entendimento dos alunos sobre o assunto.

### 2.3 ISOMERIA CONSTITUCIONAL - ROTAÇÕES POR ESTAÇÃO

Nesta atividade, o professor deverá organizar a sala de aula para a realização das atividades de acordo com o submodelo de rotação por estações.

Para isso, sugerimos algumas atividades que podem ser desenvolvidas no submodelo de rotação por estações, conforme descritas a seguir:

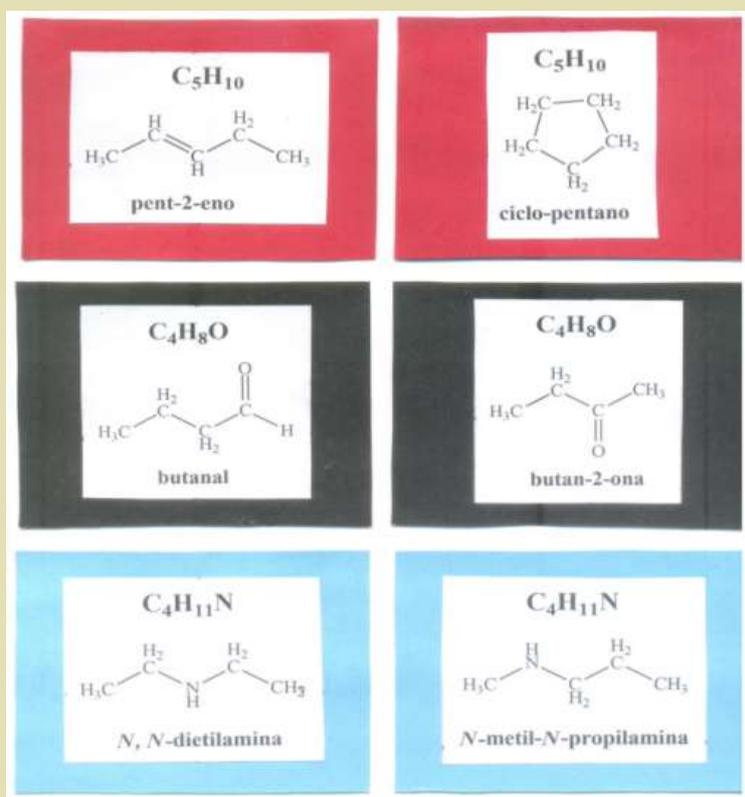
### 2.3.1 ESTAÇÃO 1 - JOGO DE MEMÓRIA

**Tempo estimado:** 15 minutos.

Visando consolidar o ensino de isomeria constitucional, propomos uma atividade lúdica semelhante ao jogo de memória, denominada "Pareando Isômeros", aplicada no submodelo de Rotação por Estações. Esta atividade tem como objetivo aprimorar o conhecimento dos alunos e estimular a memorização e a compreensão do referido conteúdo.

A elaboração do jogo "Pareando Isômeros" é simples e de baixo custo, utilizando-se de materiais comumente encontrados em papelerias, tais como papel cartão, tesoura, cola branca. Para a elaboração do jogo "Pareando Isômeros", utilize papel cartão de 5 diferentes cores (marrom, amarelo, verde, vermelho e preto), recortando um total de 10 cartas de 8,0 cm x 10,5 cm (Figura 3).

Figura 3 - Cartas representativas do jogo da memória "Pareando Isômeros".



Fonte: Dos autores, 2023.

As fórmulas e estruturas moleculares dos compostos isoméricos podem ser feitas por meio do *software ChemDraw*. Cada par de cartas de mesma cor, deve conter as fórmulas e estruturas moleculares dos isômeros impressas e coladas, fazendo referência a cada uma das 5 classes da isomeria constitucional (função, cadeia, posição, metameria e tautomeria).

Sugerimos que os alunos sejam divididos em grupos designados por A, B, C e D ou em outros mais que se fizerem necessários. O professor deve ler as regras do jogo e dispor as cartas embaralhadas em uma mesa, apresentando o verso a todos os participantes. O verso das cartas foi mantido em papel cartão original, ficando todas padronizadas, de forma a tornar impossível distinguir os pares dos isômeros por meio das cores das cartas. O grupo que iniciará a busca pelo par de isômeros representados nas cartas do jogo pode ser decidido na brincadeira do “par ou ímpar”. A cada rodada do jogo, os grupos posteriormente desvirar duas cartas, na intencionalidade de encontrarem o isômero correspondente e formarem o par. Após a formação de cada par, os grupos precisam analisar as estruturas moleculares dos compostos, com base nos conteúdos previamente aprendidos sobre a isomeria constitucional e devem classificar o tipo de isomeria. Feito isso, cada grupo deve depositar o par de cartas em um compartimento de plástico, próprio para a categoria de isomeria que está sendo trabalhada, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Imagem ilustrativa da categorização dos isômeros de acordo com a classificação da isomeria constitucional.



Fonte: Dos autores, 2023.

Nessa atividade, os alunos devem ser incentivados a compartilhar os conhecimentos para a elaboração das respostas. Para o acompanhamento e avaliação do ensino, as respostas dadas pelos grupos podem ser anotadas em folhas de sulfite e entregues ao professor para que sejam analisadas.

### **2.3.2 ESTAÇÃO 2 - AVALIAÇÃO DO ENSINO**

**Tempo estimado:** 25 minutos.

Sugerimos que esta atividade seja realizada de forma *on-line* e presencial, aplicando-se o Questionário B previamente elaborado no *Google Forms*, no intuito de avaliar o ensino do conteúdo sobre isomeria constitucional. As questões aplicadas foram selecionadas e obtidas de exames vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM. Posteriormente, o professor precisará fazer uma análise quantitativa das respostas e os resultados devem ser compartilhados com os alunos. O *link* de acesso ao Questionário B deve ser disponibilizado no grupo de *WhatsApp* da turma de alunos, após a conclusão das atividades da Estação 01. O Questionário B descrito nesta proposta pode ser visualizado no Apêndice 2.

# TÓPICO 3

## ISOMERIA GEOMÉTRICA

### Objetivos:

- Introduzir o conteúdo sobre a isomeria geométrica de compostos orgânicos, aplicando-se o submodelo de sala de aula invertida.
- Utilizar os aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle* para a realização de atividades (videoaulas e/ou texto) desenvolvidas em formato *on-line*.
- Estimular os alunos a desenvolverem a autonomia de estudos, de modo que passem a ser responsáveis pela construção do próprio conhecimento.
- Estabelecer diálogo com os alunos em sala de aula, oportunizando trabalhar as dúvidas surgidas durante os estudos dos conteúdos realizados de maneira *on-line*.
- Consolidar e avaliar o ensino dos alunos quanto aos conceitos de isomeria geométrica, por meio de atividades aplicadas no submodelo de rotação por estações.
- Proporcionar aos alunos oportunidades para que desenvolvam sua criatividade, trabalhem de forma colaborativa e possam aplicar seu conhecimento cognitivo na resolução de problemas.

**Tempo Estimado:** 01 aula de 50 minutos (o tempo da atividade de sala de aula invertida não está incluso, pois será realizado no formato *on-line* e à distância).

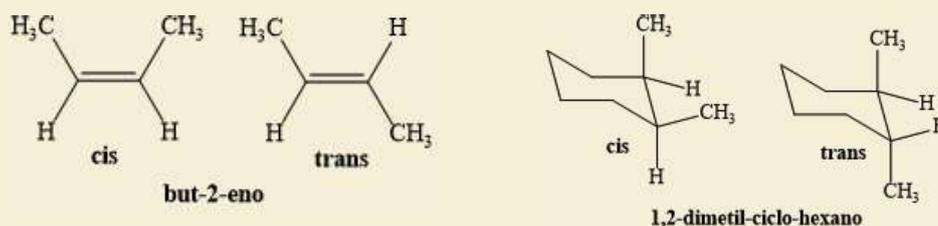


**PARA SABER MAIS...**

## ISOMERIA GEOMÉTRICA

Uma das classes de estereoisômeros é a dos isômeros geométricos, em que os átomos têm arranjos diferentes em cada lado de uma ligação dupla covalente, ou acima e abaixo do anel de um composto cíclico. Os isômeros geométricos de alcenos dissustituídos são distinguidos pelos prefixos cis e trans. Se o alceno é trissustituído ou tetrassustituído, os termos cis ou trans são duvidosos ou não se aplicam (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Neste caso, utiliza-se o chamado Sistema (E - *entgegen*) e (Z - *zusammen*), seguindo as regras propostas pelos químicos Robert Sidney Cahn, Christophe KelkIngold e Vladimir Prelog em 1966 e adotado pela *International Union of Pure and Applied Chemistry/IUPAC* (ORLANDO, 2007). A Figura 5 retrata exemplos de dois isômeros do composto but-2-eno: no isômero cis, os dois grupos metila estão no mesmo lado da ligação dupla; no isômero trans, os grupos metila estão em lados opostos da ligação dupla. Em se tratando do composto 1,2-dimetil-ciclo-hexano, no isômero cis os dois grupos metila estão voltados para o mesmo plano imaginário da molécula, enquanto que no isômero trans, os grupos metilas estão orientados de maneira opostas ao plano imaginário do anel cíclico. Os isômeros geométricos têm a mesma fórmula molecular e fórmulas estruturais diferentes, conferindo diferentes propriedades físicas e químicas (ATKINS, 2018).

Figura 5 - Isômeros geométricos de but-2-eno e do 1,2-dimetil-ciclo-hexano.



Fonte: Atkins, 2018 - modificada.

### 3 ATIVIDADES

#### 3.1 ISOMERIA GEOMÉTRICA - SALA DE AULA INVERTIDA

Aplicando-se o submodelo de sala de aula invertida, disponibilize aos alunos, pelo grupo de *WhatsApp*, o *link* de uma videoaula que aborde o conteúdo de isomeria geométrica, inserida no aplicativo *Edpuzzle*. Como sugestão de videoaula indicamos a disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=2K\\_Bu\\_0RsLM&t=5s](https://www.youtube.com/watch?v=2K_Bu_0RsLM&t=5s). A videoaula indicada foi autorizada pelo autor para sua utilização e reprodução nesta sequência didática, podendo o professor utilizá-lo sem infringir os direitos autorais. A videoaula poderá ser visualizada pelos alunos quantas vezes forem necessárias até que os conhecimentos sejam compreendidos. Esta atividade deverá ser realizada *on-line* em momento assíncrono, antes da próxima aula presencial.

Esta atividade estimulará os alunos a desenvolverem a autonomia de estudos, tornando-os responsáveis pela construção de seu próprio conhecimento.

#### 3.2 RODA DE CONVERSA/GRUPO DE ESTUDO

No formato de aula presencial, realize uma roda de conversa/grupo de estudo com os alunos, após terem visualizado e estudado os conteúdos da videoaula disponibilizada, conforme descrito no item 3.1, deste tópico. Nesta atividade, recomendamos que o professor aborde as dúvidas dos alunos sobre isomeria geométrica em sala de aula, buscando esclarecer e solucionar as dificuldades que possam surgir. Assim, será possível retomar os conteúdos abordados e ampliar o entendimento dos alunos.

#### 3.3 ISOMERIA GEOMÉTRICA - ROTAÇÕES POR ESTAÇÃO

Nesta atividade, o professor deverá organizar a sala de aula para a realização das atividades de acordo com o submodelo de rotação por estações. Como estações de estudos, foram desenvolvidas algumas atribuições, conforme descritas a seguir:

### 3.3.1 ESTAÇÃO 1 - REALIDADE AUMENTADA

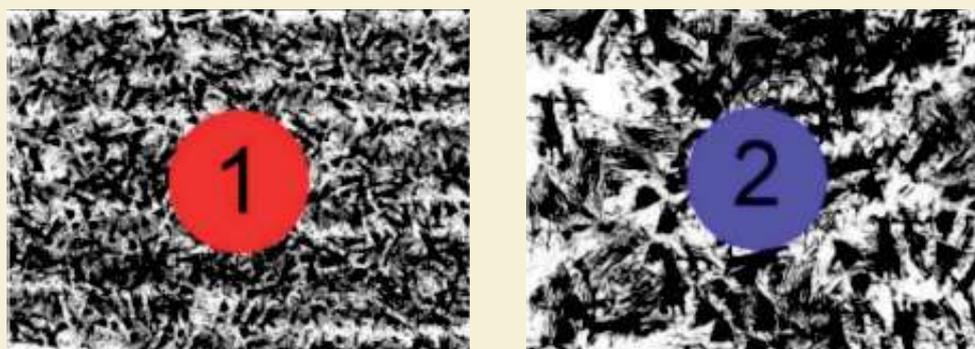
**Tempo estimado:** 15 minutos.

Para consolidar o ensino de isomeria geométrica, propomos uma atividade que utiliza a Realidade Aumentada (RA) com o auxílio do aplicativo *Isomère Z/E - Mirage*, disponível para baixar na *Play Store*. Esta atividade se fundamenta no submodelo de rotação por estações, propiciando aos alunos uma experiência educacional enriquecedora e dinâmica.

Para usar o aplicativo, é necessário que um dispositivo móvel (celular/tablet) possua sistema operacional *Android* 4.4 ou superior. Além disso, é preciso imprimir os marcadores gerados pelo próprio aplicativo, utilizando-se de papel A4. O professor deve recortar cada marcador numerado de 1 a 12 e distribuir aos alunos.

É importante destacar que, caso não seja possível imprimir os marcadores, é possível armazená-los e abri-los em outro dispositivo. Nesse caso, o usuário deverá posicionar a câmera do seu dispositivo sobre a tela de outro dispositivo que contém os marcadores. A Figura 6 ilustra alguns dos marcadores necessários para a realização dessa atividade.

Figura 6 - Representantes de marcadores no aplicativo *Isomère Z/E - Mirage*.



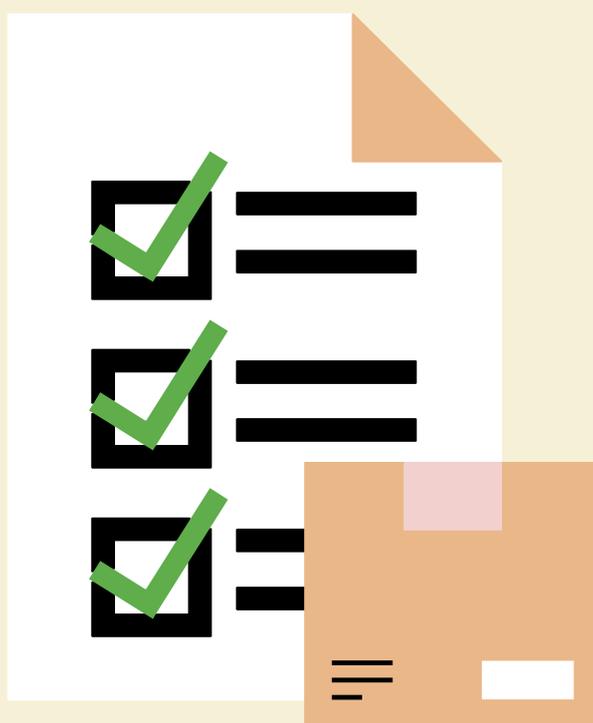
Fonte: Dos autores, 2023.

### 3.3.2 ESTAÇÃO 2 - AVALIAÇÃO DO ENSINO

**Tempo estimado:** 25 minutos.

Esta atividade pode ser realizada em formato *on-line* e presencial, aplicando-se o Questionário C previamente elaborado no *Google Forms*, no intuito de avaliar o ensino do conteúdo envolvendo isomeria geométrica. As questões aplicadas foram selecionadas e obtidas de exames vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM.

Posteriormente, o professor precisará fazer uma análise quantitativa das respostas e os resultados devem ser compartilhados com os alunos. O *link* de acesso ao Questionário C deve ser disponibilizado no grupo de *WhatsApp* da turma de alunos, após a conclusão das atividades da Estação 01 (Item 2.6.1). O Questionário C aqui descrito nesta proposta pode ser visualizado no Apêndice 3.



# TÓPICO 4

## ISOMERIA ÓPTICA

### Objetivos:

- Introduzir o conteúdo sobre a isomeria óptica de compostos orgânicos, aplicando-se o submodelo de sala de aula invertida.
- Utilizar os aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle* para a realização de atividades (videoaulas e/ou texto) em formato *on-line*.
- Estimular os alunos a desenvolverem a autonomia de estudos e de modo que passem a ser responsáveis pela construção do próprio conhecimento.
- Estabelecer diálogo com os alunos em sala de aula, oportunizando trabalhar as dúvidas surgidas durante os estudos dos conteúdos realizados de maneira *on-line*.
- Consolidar e avaliar o ensino dos alunos quanto aos conceitos de isomeria óptica, por meio de atividades aplicadas no submodelo de rotação por estações.
- Estimular a colaboração entre os alunos para a resolução de problemas.

**Tempo Estimado:** 01 aula de 50 minutos (o tempo da atividade de sala de aula invertida não está incluso, pois será realizado de forma *on-line* e à distância).

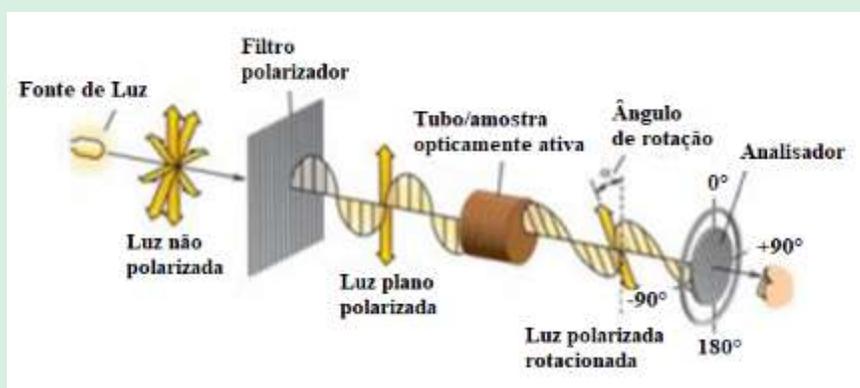


**PARA SABER MAIS...**

# **ISOMERIA ÓPTICA: BREVE HISTÓRICO E ATUALIDADE**

Em 1815, o cientista francês Jean Baptiste Biot estudava a natureza da luz, incidindo a luz plano polarizada em várias soluções de substâncias orgânicas. Em seus estudos, foi descoberto que certas soluções de substâncias orgânicas como, por exemplo, açúcares, giravam o plano da luz polarizada. Essas substâncias foram chamadas de opticamente ativas. Biot também observou que apenas algumas substâncias possuíam essas características. As substâncias que não possuíam essa característica foram chamadas de opticamente inativas (KLEIN, 2016). A rotação da luz plano polarizada provocada pela presença de compostos opticamente ativos, pode ser medida experimentalmente utilizando um polarímetro. A representação do esquema de um polarímetro é mostrada na Figura 7.

Figura 7 - Esquema de um polarímetro.



Fonte: Carey, 2011 - modificada.

De acordo com Carey (2011), a luz utilizada para medir a atividade óptica da luz planopolarizada apresenta um único comprimento de onda. O comprimento de onda mais utilizado é o de 589 nm (denominado de linha D), que corresponde à luz amarela produzida por uma lâmpada de sódio. A lâmpada de sódio utilizada é comum, uma vez que sua luz não é polarizada, significando que a propagação da radiação eletromagnética ocorre em todas as direções. Um feixe de luz não polarizado é transformado em planopolarizado, quando a luz passa através de um filtro polarizador, que remove todas as ondas, com exceção daquela em que o vetor de campo elétrico pertence ao mesmo plano (CAREY, 2011). A luz plano polarizada passa através do tubo que contém a amostra da substância a ser analisada, estando essa última em solução por meio de um solvente adequado, sendo em geral, utilizado a água, etanol ou clorofórmio. A amostra é “ópticamente ativa” caso gire o plano da luz plano polarizada. A direção e a magnitude da rotação são medidas usando um segundo filtro polarizador (o “analisador”) e obtidas como ângulo de rotação  $\alpha$ , conforme pode ser observado na Figura 7 (CAREY, 2011).

Segundo Carey (2011), o plano de polarização de uma onda de luz passa por uma rotação quando incide sobre uma molécula quiral. As formas enantioméricas de uma molécula quiral causam uma rotação do plano de polarização em quantidades exatamente iguais, mas em direções opostas. Uma solução que contém quantidades iguais de enantiômeros não exhibe rotação óptica (CAREY, 2011), uma vez que os incrementos de rotação horária produzidos por um enantiômero são cancelados por um número igual de incrementos de rotação anti-horária produzidos pelo outro enantiômero (CAREY, 2011). As misturas racêmicas são ópticamente inativas, por outro lado, quando um enantiômero está presente em excesso, uma rotação do plano de polarização é observada. (CAREY, 2011).

Em 1847, foi proposta uma explicação para a origem da atividade óptica pelo cientista francês Louis Pasteur. Em sua pesquisa, concluiu-se que a atividade óptica é uma consequência direta da quiralidade, ou seja, substâncias quirais são ópticamente ativas e as aquirais não são. Além disso, Pasteur observou que os enantiômeros giram o plano da luz plano polarizada em magnitudes iguais, mas, em sentidos opostos (KLEIN, 2016).

A compreensão dos conhecimentos em isomeria óptica abriu uma nova era de aplicação e desenvolvimento de compostos orgânicos. Atualmente, a isomeria óptica tem relevante importância na área farmacêutica, uma vez que as drogas apresentam-se como isômeros e diferem em suas propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas (CHHABRA; ASERI; PADMANABHAN, 2013). Compreendendo melhor essa questão por meio de exemplos, o isômero (R,R)-Cloranfenicol, que é utilizado como antibiótico, o seu isômero (S,S)-Cloranfenicol mostra-se ser inativo; o (S,S)-Etambutol é um medicamento antituberculose, enquanto o (R,R)-Etambutol foi observado como sendo causador de cegueira (FEDERSEL, 1993; CHAN, 1993). Assim, o conhecimento da isomeria óptica tem auxiliado na descoberta de drogas mais seguras e eficazes.

O estudo, desenvolvimento, produção e comercialização de um enantiômero puro a partir de um racemato original é chamado de *chiral switching* e com essa prática, várias empresas conseguiram estender o período de patente de fármacos. Essa estratégia vem se tornando um atrativo para o desenvolvimento de novos fármacos, pois muitos estudos clínicos necessários para o desenvolvimento do enantiômero puro já foram realizados durante o desenvolvimento do racemato, o que torna o processo mais dinâmico e barato (ORLANDO, 2007; GELLAD, et al., 2014). A justificativa da concessão de novas patentes para o desenvolvimento e produção de enantiômeros puros é baseada nos fatos de que os mesmos apresentem uma ou mais das seguintes vantagens: i) maior índice terapêutico; ii) menor ou maior duração do tempo de ação (meia vida); iii) menor variabilidade interindividual; iv) menor potencial de interações medicamentosas e v) menor capacidade de desenvolver efeitos colaterais (ORLANDO, 2007).

Vale ressaltar que a polarimetria é constantemente utilizada em diversas áreas da pesquisa como, por exemplo, o artigo publicado no *European Journal of Physics*, cujo título é “Previsões teóricas das mudanças na irradiação e na cor dos feixes de luz que viajam na água com açúcar, causadas por fenômenos de rotação óptica, e suas possíveis aplicações para fins educacionais” (TOKUMITSU; HASEGAWA, 2018).

O referido artigo pontua que os fenômenos de coloração causados pela rotação óptica de feixes de luz plano polarizada em água açucarada podem ser utilizados como uma ferramenta educacional. Neste artigo, tais fenômenos de coloração são estudados em termos teóricos, e os resultados são comparados com os obtidos experimentalmente. Nesta perspectiva, pode também ser mencionado o artigo publicado no *Journal of Biomedical Optics* (GHOSH; VITKIN, 2011), o qual destaca que a polarimetria tem uma história longa e bem sucedida. Impulsionado por seu potencial biomédico, o uso de abordagens polarimétricas para avaliação de tecidos biológicos, recentemente recebeu atenção considerável. Especificamente, a polarização pode ser usada como uma ferramenta eficaz para discriminar e multiplicar a luz espalhada, para aumentar o contraste e melhorar a resolução da imagem do tecido (GHOSH, VITKIN, 2011). Diante do exposto, é notável a importância da polarimetria e, conseqüentemente, da isomeria, as quais ultrapassam os muros da escola, podendo ser utilizadas em vários campos que vão desde indústrias até mesmo na medicina.

## 4 ATIVIDADES

### 4.1 ISOMERIA ÓPTICA - SALA DE AULA INVERTIDA

Aplicando-se o submodelo de sala de aula invertida, disponibilize aos alunos, pelo grupo de *WhatsApp*, o *link* de uma videoaula que aborde o conteúdo de isomeria óptica, inserida no aplicativo *Edpuzzle*. Como sugestão de videoaula indicamos a disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2xj2nR1lg70&feature=youtu.be>. A videoaula indicada foi autorizada pelo autor para sua utilização e reprodução nesta sequência didática, podendo o professor utilizá-lo sem infringir os direitos autorais. Poderá ser visualizada pelos alunos quantas vezes forem necessárias para que os conhecimentos sejam compreendidos. Essa atividade deverá ser no formato on-line em momento assíncrono antes da próxima aula presencial. Os alunos devem ser estimulados a desenvolverem autonomia de estudos, tornando-os responsáveis pela construção de seu próprio conhecimento.

## 4.2 RODA DE CONVERSA/GRUPO DE ESTUDO

No formato de aula presencial, realize uma roda de conversa/grupo de estudo com os alunos, após terem visualizado e estudado os conteúdos da videoaula disponibilizada, conforme descrito no item 4.1, deste tópico. Nessa atividade, sugerimos que o professor aborde as dúvidas trazidas pelos alunos em sala de aula, retomando os conteúdos sobre isomeria óptica quando necessário.

## 4.3 ISOMERIA ÓPTICA - ROTAÇÕES POR ESTAÇÃO

Nesta atividade, o professor deverá organizar a sala de aula para a aplicação das atividades no submodelo de rotação por estações. Como estações de estudos e aprendizagem, foram desenvolvidas algumas atividades, conforme descritas a seguir:

### 4.3.1 ESTAÇÃO 1 - A QUIRALIDADE PRESENTE NO COTIDIANO E NOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

**Tempo estimado:** 15 minutos.

Para que os alunos percebam a quiralidade, é importante que sejam apresentados objetos concretos, como um par de sapatos, luvas, esboços da mão direita e esquerda, entre outros. Nesta atividade, a cada um dos objetos, será solicitado que os alunos observem a relação da especularidade e a não sobreposição desses objetos, compreendendo como os pares não se encaixam perfeitamente. Nesta estação, um representante do grupo de alunos deverá posicionar-se diante de um espelho plano e contornar sua imagem com um pincel atômico. Em seguida, desenhar os olhos e a boca, certificando-se de que o lado direito e esquerdo sejam bem identificados na imagem esboçada. Em seguida, será trabalhada a tentativa do aluno se sobrepor à sua imagem projetada no espelho. O professor deverá abordar o que foi observado nas atividades, relacionando-o com o que acontece também nas estruturas moleculares de compostos orgânicos.

Para isso, recomendamos que se utilize de modelos para facilitar a explicação. Dessa forma, será possível visualizar de maneira mais clara a conexão entre o que foi observado durante as atividades e os compostos orgânicos.

#### 4.3.2 ESTAÇÃO 2 - QUEBRA-CABEÇA VIRTUAL - APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLECULAR DA TALIDOMIDA

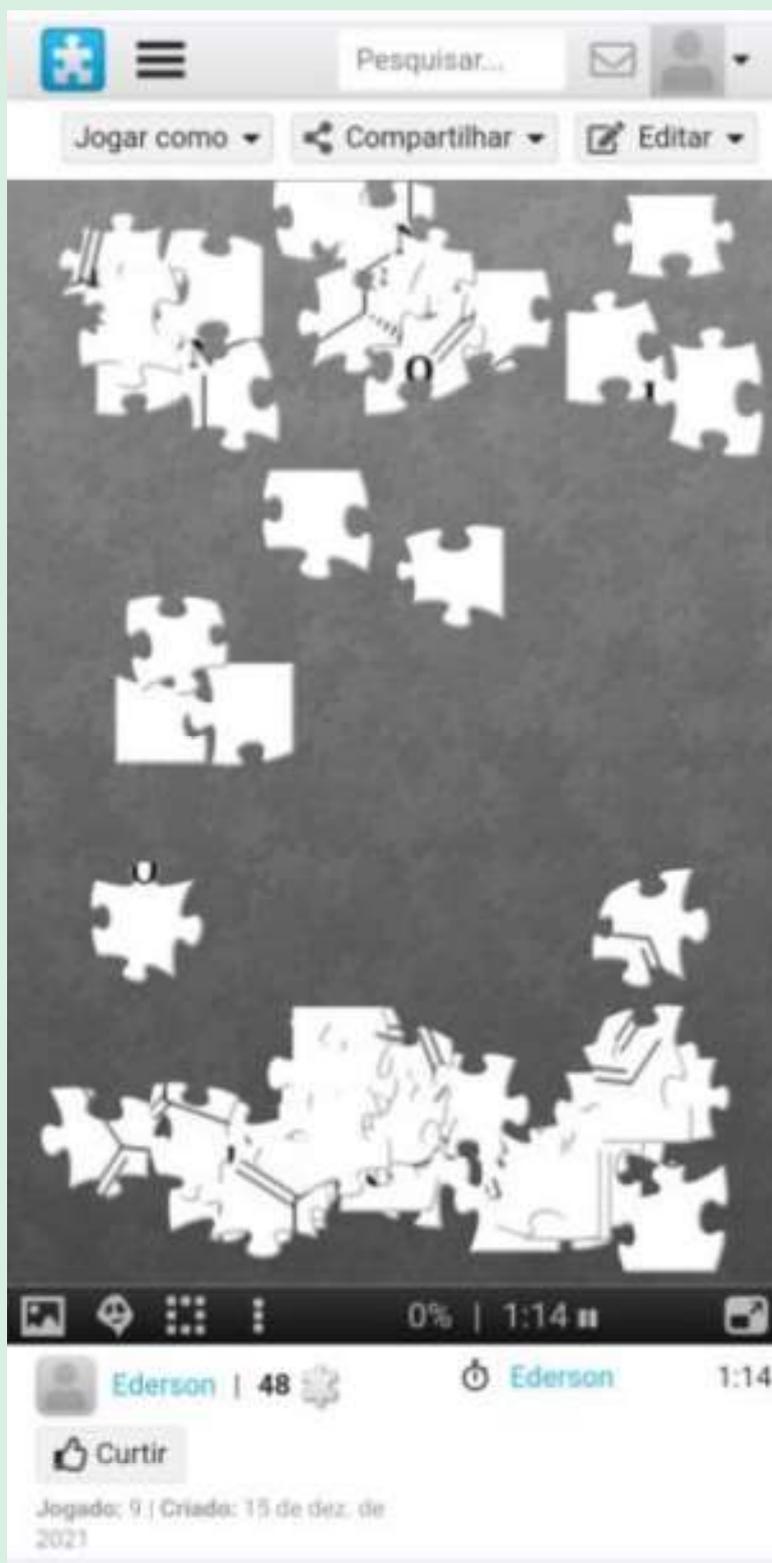
**Tempo estimado:** 20 minutos.

Com o objetivo de melhorar o ensino de isomeria óptica, sugerimos a utilização da plataforma digital "*JigSaw Planet*", aplicando-se um jogo de quebra-cabeça no submodelo de rotação por estações. Esta plataforma oferece a possibilidade de transformar qualquer imagem em um quebra-cabeça, permitindo que o professor escolha entre as imagens disponíveis na plataforma ou as imagens de seus próprios arquivos. Além disso, a referida traz como alternativa, personalizar o grau de dificuldade do jogo, tornando-o mais adequado para o nível de ensino desejado. Ainda, é possível que o professor determine a quantidade de peças e o formato de encaixe, oferecendo assim vários níveis de dificuldade. Para uma melhor compreensão, convidamos o professor a clicar no *link*: <https://www.jigsawplanet.com/?rc=play&pid=1108be69f44c>, que o direcionará para a plataforma "*JigSaw Planet*", onde poderá resolver um quebra-cabeça como, por exemplo, envolvendo a estrutura molecular da Talidomida. Assim, o professor terá a oportunidade de experimentar e compreender como funciona a dinâmica da plataforma e da atividade.

Sugerimos que o professor utilize, se possível, o laboratório de informática para realizar a atividade e divida a sala em grupos de acordo com o que julgar necessário.

Caso não seja possível o uso do laboratório, a atividade poderá ser executada em dispositivos móveis com acesso à internet. A Figura 8 ilustra a interface da plataforma "JigSaw Planet".

Figura 8 - Interface da plataforma “JigSaw Planet”.

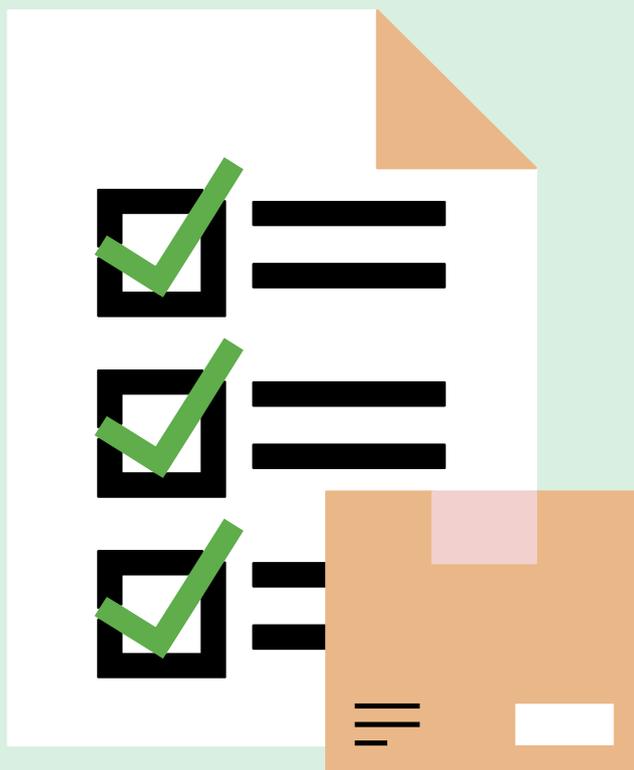


Fonte: Dos autores, 2023.

### 4.3.3 ESTAÇÃO 3 - AVALIAÇÃO DO ENSINO

**Tempo estimado:** 25 minutos.

Esta atividade pode ser realizada de forma *on-line* e presencial, aplicando-se o Questionário D previamente elaborado no *Google Forms*, no intuito de avaliar o ensino do conteúdo envolvendo sobre isomeria óptica. As questões aplicadas foram selecionadas e obtidas de exames vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM. Posteriormente, o professor precisará fazer uma análise quantitativa das respostas e os resultados devem ser compartilhados com os alunos. O *link* de acesso ao Questionário D deve ser disponibilizado no grupo de *WhatsApp* da turma de alunos, após a conclusão das atividades da Estação 01. O Questionário D aqui descrito como proposta pode ser observado no Apêndice 4.



# REFERÊNCIAS

ATIKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química, Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**, 7ª ed, Porto Alegre: Bookman, 2018, 1094 p.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, 270 p.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. Washington, DC: International Society for Technology in Education, p. 120-190, 2012. Disponível em: <http://ilib.imu.edu.my/NewPortal/images/NewPortal/CompE-Books/Flip-Your>.

BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO, Secretaria de Vigilância em Saúde | Ministério da Saúde, v. 52, n. 14, 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/Boletim\\_epidemiologico.\\_SVS\\_14\\_atualizado.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Boletim_epidemiologico._SVS_14_atualizado.pdf). Acesso em 23 fev. 2023.

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, e518101321535, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21535>.

BRUNI, A.T.; NERY, A. L. P.; BIANCO, A. A. G.; NETO, E. T.; RODRIGUES, H.; SANTINA, K.; LIEGEL, R. M.; AOKI, V. L. M. **Ser protagonista: química, 3º Ano – Ensino médio**. São Paulo: Edições SM, 2016.

CAREY, F. A. **Química Orgânica**, 7. ed., Porto Alegre: AMGH, v. 1, 2011, 764 p.

CHAN, A. S. C. A new route to important chiral drugs. **Chemtech**, v. 23, p. 46-51, 1993.

CHHABRA, N.; ASERI, M. L. A.; PADMANABHAN, D. A review of drug isomerism and its significance. **International Journal of Applied Basic Medical Research**, v. 3, n. 1, p. 16-18, 2013.

CHRISTENSEN, C.M.; HORN, M.B; STAKER, H. **Ensino Híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**. 2013. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/porvir/wp-content/uploads/2014/08/PT\\_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf/](https://s3.amazonaws.com/porvir/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf/). Acesso em: 24 fev. 2023.

ENFIELD, J. Looking at the Impact of the Flipped Classroom Model of Instruction on Undergraduate Multimedia Students at CSUN. **Techtrends**, v. 57, n. 06, p. 14-27, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11528-013-0698-1>.

FEDERSEL, H. J. Drug chirality - scale-up, manufacturing, and control. **Chemtec**, v. 23, p.24-33, 1993.

GELLAD, W. F.; CHOI, P.; MIZAH, M.; GOOD, C. B.; KESSELHEIN, A. S. Assessing the Chiral Switch: Approval and Use of Single-Enantiomer Drugs, 2001 to 2011. **American Journal of Managed Care**, v. 20, n. 3, p. e-90-e97, 2014.

GHOSH, N.; VITKIN, I.A. Tissue polarimetry: concepts, challenges, applications and outlook. **Journal of Biomedical Optics**, v. 16, n. 11, p. 1-25, 2011.

HAMDAN, N.; MCKNIGHT, P.; MCKNIGHT, K.; ARFSTROM, K. M. **A review of flipped learning**, 2013. Disponível em: [https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/LitReview\\_FlippedLearning.pdf](https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/LitReview_FlippedLearning.pdf). Acesso em 19 mar. 2020.

HERREID, C. F.; SCHILLER, N. A. Case studies and the flipped classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, n. 05, p. 62-66, 2013.

JESUS, S.M; SANTANA, R.S.; LEITE, S.N. The organization, weaknesses, and challenges of the control of thalidomide in Brazil: A review. **PloS Neglected Tropical Diseases**, 14(8):e0008329, 2020. doi: 10.1371/journal.pntd.0008329. PMID: 32760161; PMCID: PMC7410199.

KLEIN, D. **Química Orgânica**, 2<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro: LTC, v.1, 2016, 704 p.

LIMA-JÚNIOR, C. G. et al. A Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 2, p. 119-145, 2017.

MARTINS, E. R.; GOUVEIA, L. M. B.; AFONSECA, U. R. Comparação entre o modelo da sala de aula invertida e o modelo tradicional no ensino de matemática na perspectiva dos aprendizes. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.14, n.1, p. 522-530, 2019.

MASON, G.S.; SHUMAN, T.R.; COOK, K.E. Comparing the Effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. **IEEE Transactions on Education**, v. 56, n. 4, p. 430-435, 2013.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**. Tradução da 7<sup>a</sup>. ed., São Paulo: Cengage Learning, combo, 2011, p. 1280 p.

MORAN, K.; MILSOM, A. The flipped classroom in counselor. **Education Counselor Education & Supervision**, n. 01, v. 54, p. 32-43, 2015.

ORLANDO, R.M. Importância farmacêutica de fármacos quirais. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 4, n. 1, p. 08-14, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/2115/2061>. Acesso em: 24 fev. 2023.

RODRÍGUEZ, M. A. Médica que salvou uma geração de bebês da tragédia da talidomida nos EUA. **BBC News Mundo**, 15 jul. 2020. Disponível em: <https://bbc.com/portuguese/geral-53402957>. Acesso em: 23 fev. 2023.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, 10 ed., Rio de Janeiro: LTC, v. 01, 2012, 644 p.

TOKUMISTU,S.; HASEGAWA, M. Theoretical predictions of the changes in the irradiance and color of light beams traveling in sugared water caused by optical rotation phenomena, and their possible applications for educational purposes. **European Journal of Physics**, n.39, p. 1-16, 2018.

VALENTE, J.A. Comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de Informação e comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**, v. 01, n. 01, p. 141-166, 2014.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998, 224 p.

# APÊNDICES

## APÊNDICE 1 - Questionário A - Perfil dos Alunos

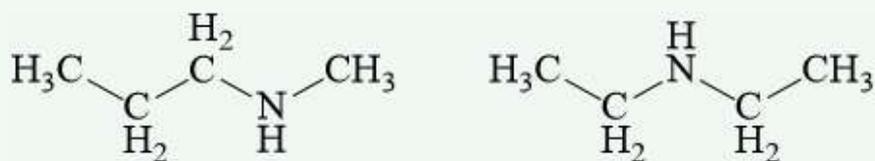
Idade:
Gênero:
1. Tem acesso à <i>internet</i> em sua residência e há quanto tempo?
2. Para acessar a <i>internet</i> , quais dispositivos eletrônicos (celular, <i>tablet</i> , computador) você utiliza com mais frequência? Qual deles você prefere?
3. Acessa conteúdos escolares pela <i>internet</i> ? Há algum site de preferência?
4. Iria à escola em outro período (contraturno) com o objetivo de realizar trabalhos/atividades escolares <i>on-line</i> ? Justifique sua resposta.
5. Acha interessante complementar conteúdos de Química por meio de atividades extraclasse (fora da sala de aula)? Justifique sua resposta.
6. Gostaria de utilizar celular ou computador para realizar tarefas de Química e de forma extraclasse (fora da sala de aula)? Quais os aspectos positivos e negativos dessa prática?

Fonte: Dos autores, 2023.

## APÊNDICE 2 - Questionário B - Isomeria Constitucional

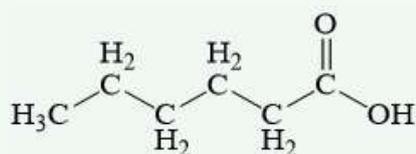
### QUESTÕES:

Questão 1. (Mackenzie-SP-modificada). Assinale a alternativa que representa o tipo de isomeria existente entre as estruturas moleculares mostradas a seguir:

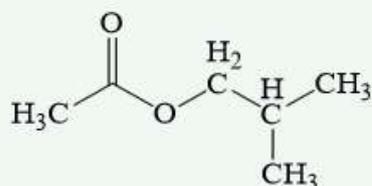


- ( ) Metameria.
- ( ) Função.
- ( ) Posição.
- ( ) Cadeia.
- ( ) Tautomeria.

Questão 2. (Cesgranrio-RJ-modificada). As estruturas das substâncias A e B representadas a seguir, têm odores bem distintos e fórmulas moleculares idênticas, portanto, são isômeros. A substância A é responsável pelo mau-cheiro exalado pelas cabras e a B, pela essência do morango. O tipo de isomeria que se verifica entre as substâncias A e B é:



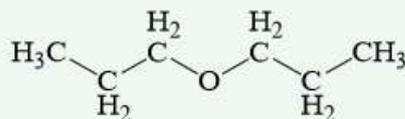
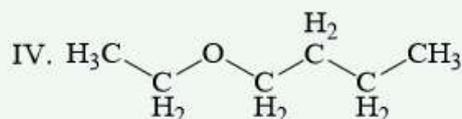
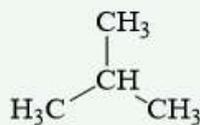
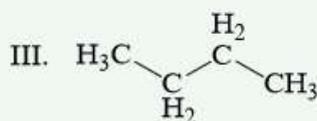
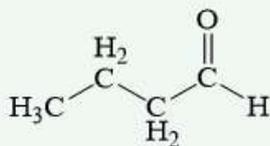
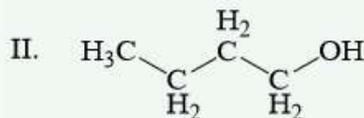
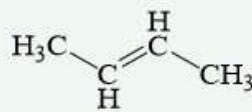
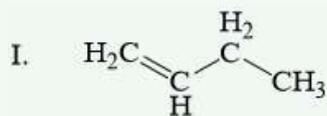
Substância A - mau cheiro exalado pelas cabras



Substância B - essência do morango

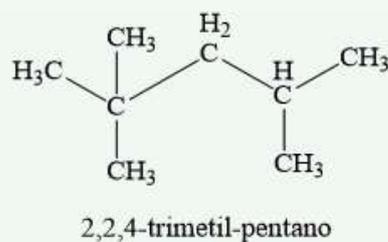
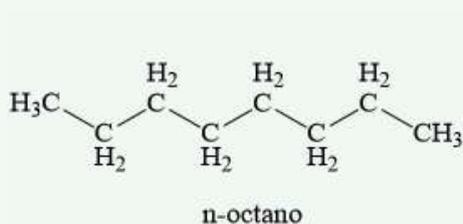
- ( ) Tautomeria.
- ( ) Metameria.
- ( ) Posição.
- ( ) Função.
- ( ) Nenhuma das alternativas.

Questão 3. (Mackenzie-SP-modificada). Dentre os pares de compostos isoméricos indicados por I, II, III e IV, assinale a alternativa que indica a isomeria de função.



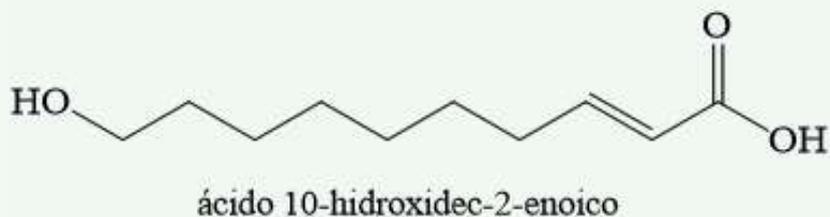
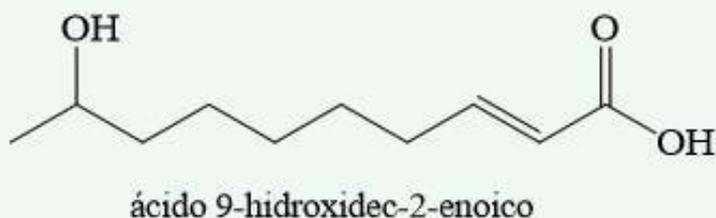
- I.  
 II.  
 III.  
 IV.  
 Nenhuma das alternativas.

Questão 4. (Do autor-2021). Combustíveis de motores à combustão apresentam maior rendimento quanto maior forem os índices de resistência à compressão e ignição. Essa propriedade está associada à octanagem, isto é, quando o combustível é constituído de hidrocarbonetos contendo 8 átomos de carbono com cadeias carbônicas menores e mais ramificadas como, por exemplo, o 2,2,4-trimetilpentano. Os isômeros n-octano e 2,2,4-trimetil-pentano estão representados abaixo. Assinale a alternativa correta que representa o tipo de isomeria existente entre esses compostos.



- ( ) Posição.
- ( ) Metameria.
- ( ) Cadeia.
- ( ) Tautomeria.
- ( ) Função.

Questão 5. (ENEM-2018-modificada). As funções das abelhas em uma colmeia são distinguidas por meio de sinalização química. As abelhas rainhas produzem o sinalizador químico ácido 9-hidroxi-dec-2-enoico, enquanto as operárias, o ácido 10-hidroxi-dec-2-enoico, cujas estruturas moleculares são mostradas a seguir. Assinale a alternativa que indica a diferença entre as moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas rainha e operária.



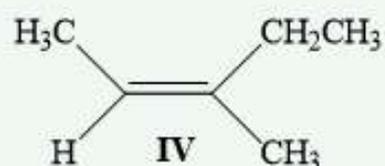
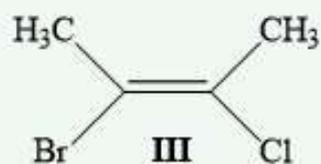
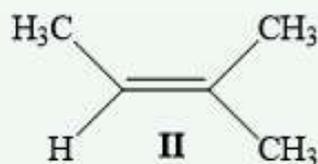
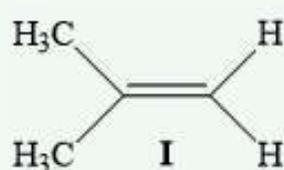
- ( ) Contagem do número de carbonos.
- ( ) Fórmula estrutural.
- ( ) Identificação dos grupos funcionais.
- ( ) Fórmula molecular.
- ( ) Nenhuma das alternativas.

Fonte: Dos autores, 2023.

### APÊNDICE 3 - Questionário C - Isomeria Geométrica

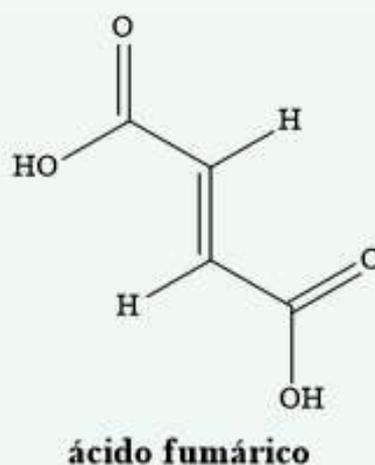
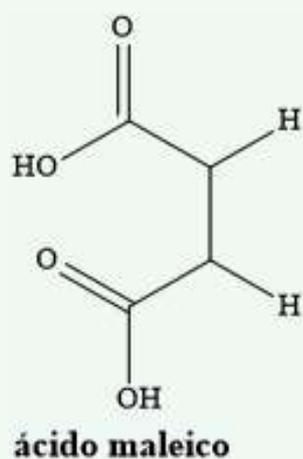
#### QUESTÕES:

Questão 1. (UCDB-MS-modificada) Qual das seguintes substâncias apresenta isomeria geométrica?



- Somente I.
- Somente III.
- Somente I e II.
- Somente I e III.
- Somente III e IV.

Questão 2. (FESP) Considerando-se os ácidos maleico e fumárico, cujas estruturas moleculares estão representadas abaixo, assinale a alternativa correta.





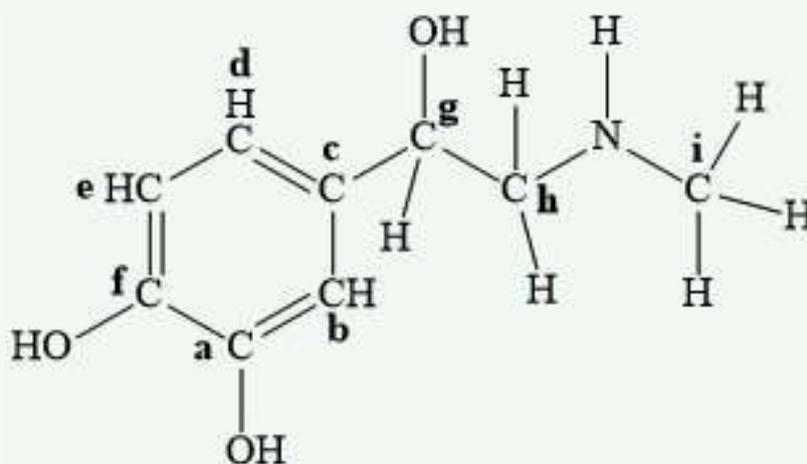
- ( ) I somente.
- ( ) II somente.
- ( ) III somente.
- ( ) II e III somente.
- ( ) I, II e III.

Fonte: Dos autores, 2023.

## APÊNDICE 4 - Questionário D - Isomeria Óptica

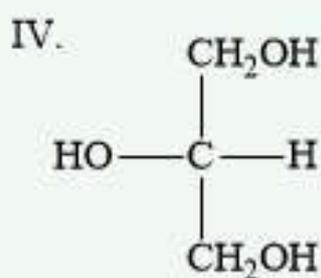
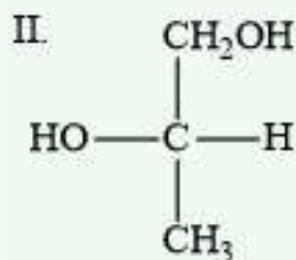
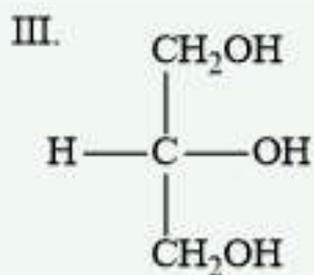
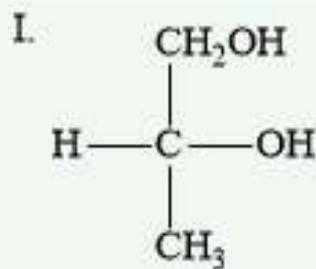
### QUESTÕES:

Questão 1. (UFPI). A sensação de “suor frio”, sentida pelas pessoas que praticam certas atividades (alpinismo, paraquedismo etc) ou frequentam parques de diversões, surge devido à liberação do hormônio adrenalina das glândulas suprarrenais para o sangue. Considere a molécula da adrenalina representada abaixo. De acordo com a estrutura molecular é correto afirmar que:



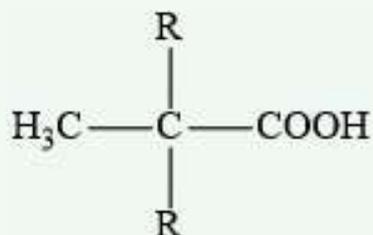
- Os carbonos “d” e “g” são assimétricos.
- Os carbonos “g” e “h” são assimétricos.
- O carbono “g” é assimétrico.
- Os carbonos “a” , “b” e “d” são assimétricos
- Não existem carbonos assimétricos.

Questão 2. (UFRJ-RJ-modificada). Algumas substâncias possuem a capacidade de desviar o plano de vibração da luz polarizada, sendo conhecidas como opticamente ativas. Esta propriedade é característica dos compostos que apresentam isomeria óptica, e para que isso ocorra é necessário que haja assimetria na molécula. Em relação às estruturas I, II, III e IV, afirma-se que apresenta atividade óptica:



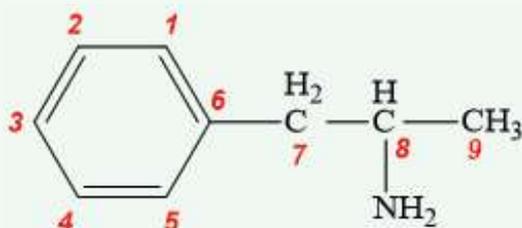
- ( ) Todas as estruturas moleculares.  
 ( ) Somente I e II.  
 ( ) Somente I e III.  
 ( ) Somente III e IV.  
 ( ) Somente II e IV.

Questão 3. (USC-RS-modificada). Um composto orgânico é representado pela estrutura abaixo. Para que este composto adquira assimetria molecular, os dois grupos químicos representados por R podem ser substituídos por:



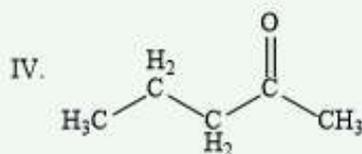
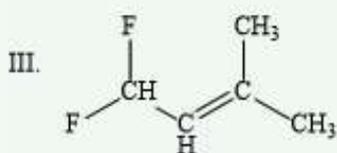
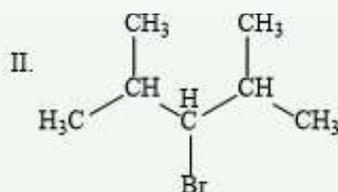
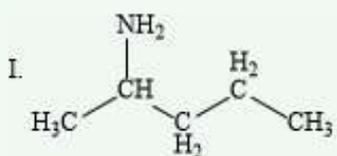
- ( ) Dois radicais metil.  
 ( ) Dois radicais etil.  
 ( ) Um radical metil e outro etil.  
 ( ) Um radical metil e outro n-propil.  
 ( ) Um radical etil e outro n-propil.

Questão 4. (Unifor-CE-modificada). A molécula de anfetamina, representada na figura abaixo, apresenta isomeria óptica por conter átomo de carbono com quatro substituintes diferentes (carbono quiral). Assinale a alternativa correta que indica átomo de carbono que apresenta a propriedade da quiralidade.



- ( ) C1.  
 ( ) C6.  
 ( ) C7.  
 ( ) C8.  
 ( ) C9.

Questão 5. (UERJ-modificada). Um composto orgânico contendo átomo de carbono assimétrico, apresenta a propriedade da isomeria óptica. Considere as estruturais moleculares de quatro compostos orgânicos indicados abaixo. O composto que apresenta carbono assimétrico é:



- ( ) I.  
 ( ) II.  
 ( ) III.  
 ( ) IV.  
 ( ) Todos apresentam carbono assimétrico.

Fonte: Dos autores, 2023.

