

## **Demostudo**

**Por:** Marcelo da Silva

# **ISOMERIA**

2020

<b>Roteiro de estudos</b>	<b>2</b>
<b>ISOMERIA</b>	<b>2</b>
<b>Classificação:</b>	<b>3</b>
<b>ISOMERIA CONSTITUCIONAL (PLANA OU ESTRUTURAL)</b>	<b>3</b>
<b>ISOMERIA ESPACIAL</b>	<b>6</b>
<b>ISOMERIA ÓPTICA</b>	<b>8</b>
<b>Substâncias opticamente ativas</b>	<b>10</b>
<b>Como calcular a quantidade de carbonos quirais na substância?</b>	<b>11</b>
<b>Materiais de apoio</b>	<b>13</b>
<b>Questões</b>	<b>14</b>

# 1. Roteiro de estudos

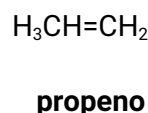
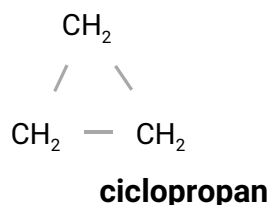
## Ações a serem tomadas:

- I. Ler o material abaixo;
- II. Fazer a lista de exercícios após o material;
- III. Conferir o gabarito;

# 2. ISOMERIA

Imagine que você tenha um irmão gêmeo, com o qual você poderia facilmente se passar por ele, pois as diferenças seriam imperceptíveis. No entanto, para um olhar mais atento e treinado as diferenças seriam perceptíveis por meio de pequenos detalhes, tais como: forma de andar, falar e até mesmo nas microexpressões. Guardadas as devidas proporções, a isomeria vem nos mostrar algo semelhante, um fenômeno interessante no qual dois ou mais compostos têm a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais, e/ou diferentes configurações no espaço (3D) e/ou diferentes interações com a luz ou com moléculas biológicas. Portanto, os isômeros apresentam os mesmos elementos em quantidade iguais, mas em arranjos diferentes, por exemplo, e essa diferença na organização é que os tornam distintos e por consequência apresentarão propriedades e características diferentes.

São isômeros, por exemplo, propeno e o ciclopropeno. A fórmula molecular de ambos é  $C_3H_6$ . No entanto, as ligações são diferentes. Eles apresentam um tipo de isomeria chamada de Isomeria Constitucional.



## Classificação:

- I. **Isomeria Constitucional (Plana ou Estrutural):** a diferença entre os isômeros depende da localização dos átomos na molécula e pode ser explicada por meio das fórmulas estruturais planas.
- II. **Isomeria Espacial:** Depende da orientação dos átomos no espaço e a diferença se observa através da estrutura espacial (3D).

## ISOMERIA CONSTITUCIONAL (PLANA OU ESTRUTURAL)

- I. **Isomeria de função:** ocorre quando os isômeros, compostos com mesma fórmula molecular, pertencem a funções distintas.



Figura 2:

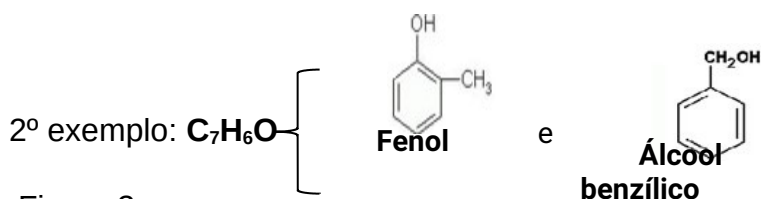


Figura 3:

Os casos mais comuns de isomeria de função são aqueles que ocorrem entre:

- álcool e éter;
- ácidos carboxílicos e ésteres;
- aldeídos e cetonas;
- álcool aromático e fenóis.

- II. **Isomeria de cadeia ou esquelética:** são isômeros que pertencem à mesma função química, mas as cadeias se apresentam de forma diferente.

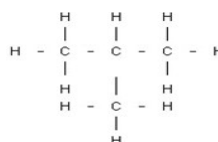
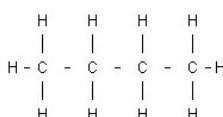




Figura 4:

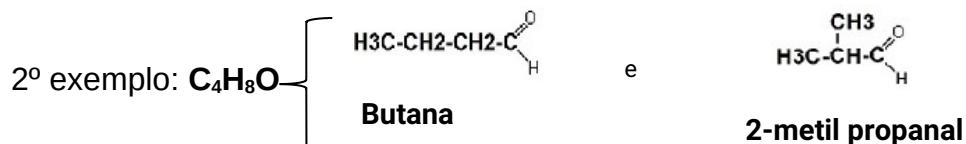


Figura 5:

**III. Isomeria de posição:** pertencem a mesma função, no entanto, a diferença se encontra na posição de uma instauração, ramificação ou grupo funcional.

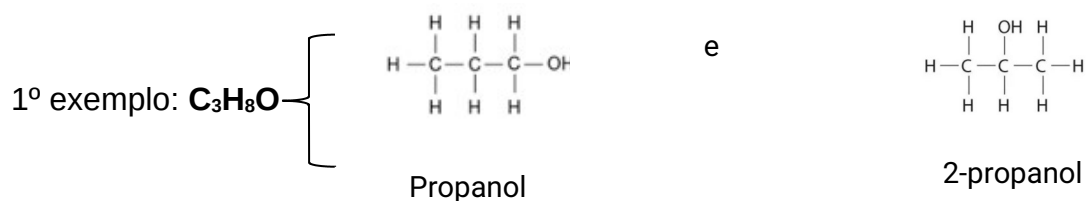


Figura 6:

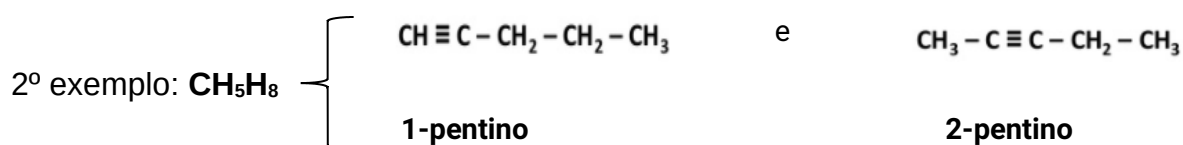


Figura 7:

**IV. Isomeria de compensação ou metameria:** os isômeros pertencem à mesma função, no entanto, a diferença se encontra na posição do heteroátomo, ou seja, elementos diferentes de carbono (C) e hidrogênio (H) presente entre carbonos.

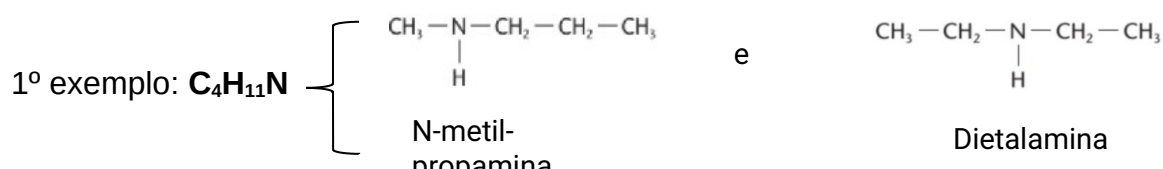


Figura 8:

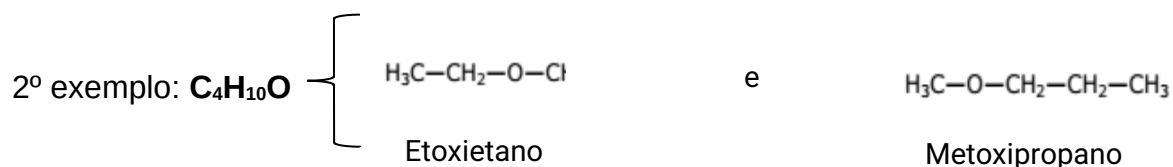
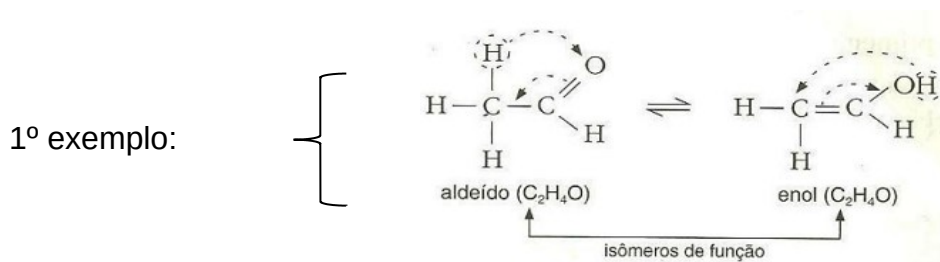


Figura 9:

- V. **Tautomeria:** é o caso particular de isomeria funcional em que existe a coexistência de duas funções diferentes geradas em um equilíbrio dinâmico. A tautomeria ocorre entre cetonas e enóis (tautomeria ceto enólica) e entre aldeídos e enóis (tautomeria aldo enólica).



<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/Aula%2011.pdf>

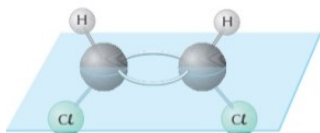
Figura 10:

## ISOMERIA ESPACIAL

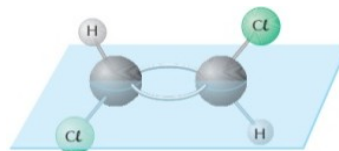
- I. **Isomeria cis-trans ou geométrica:** Pode ocorrer em dois casos principais: em compostos de cadeia aberta com duplas ligações ou em compostos cíclicos que apresentem pelo menos dois grupos ligantes diferentes, sendo dispostos em carbonos distintos.

**i. Isomeria geométrica em compostos com dupla ligações:**

Tomando como exemplo o composto  $\text{ClCH=CHCl}$ , é possível observar as seguintes organizações espaciais.



**Cis-1,2-dicloro-eteno**  
(molécula polar)



**Trans- 1,2-dicloroeteno**  
(molécula apolar )

Figura 11:

Na primeira molécula podemos ver que os dois átomos de cloro estão do mesmo lado do plano imaginário, essa é a forma cis. No entanto, na segunda molécula podemos observar que os átomos de cloro se encontram em lados opostos do plano imaginário, essa é forma trans. Essa disposição dos átomos afetará diretamente nas propriedades química e física (ponto de ebulição, fusão etc) das moléculas. Por isso, os isômeros cis-trans podem ser separados e identificados através de métodos físicos-químicos.

**ii. Isomeria geométrica em cadeia acíclica**

Podemos observar isomeria geométrica em compostos de cadeia acíclica, cadeia aberta, quando este possuir dupla carbono-carbono e também possuir ligantes diferentes no mesmo carbono porém iguais entre os carbonos da ligação dupla.

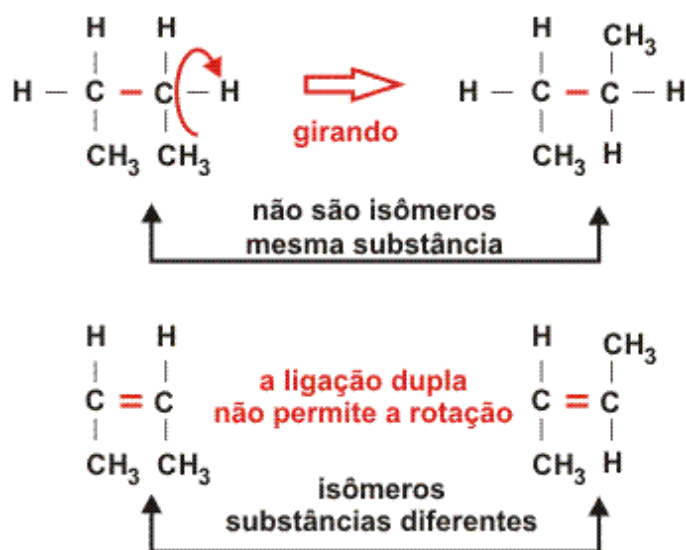
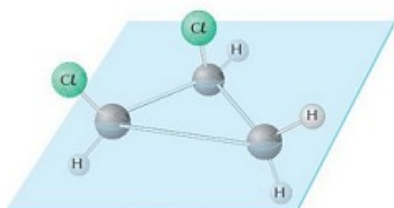


Figura 12:

<https://www.alfaconnection.pro.br/quimica/isomeria-2/isomeria-espacial/>

### iii. Isomeria cis-trans em compostos cíclicos:



Cis- 1,2-dicloro-

Trans- 1,2-dicloro-

Figura 13:

Os compostos cíclicos apresentam um anel ou núcleo que é um polígono plano ou reverso. Nos exemplos acima, podemos observar a disposição do cloro, no primeiro caso temos cis e no segundo temos trans. Repare que ambos compostos, na forma como estão apresentados, não podem ser superpostos por serem isômeros diferentes.

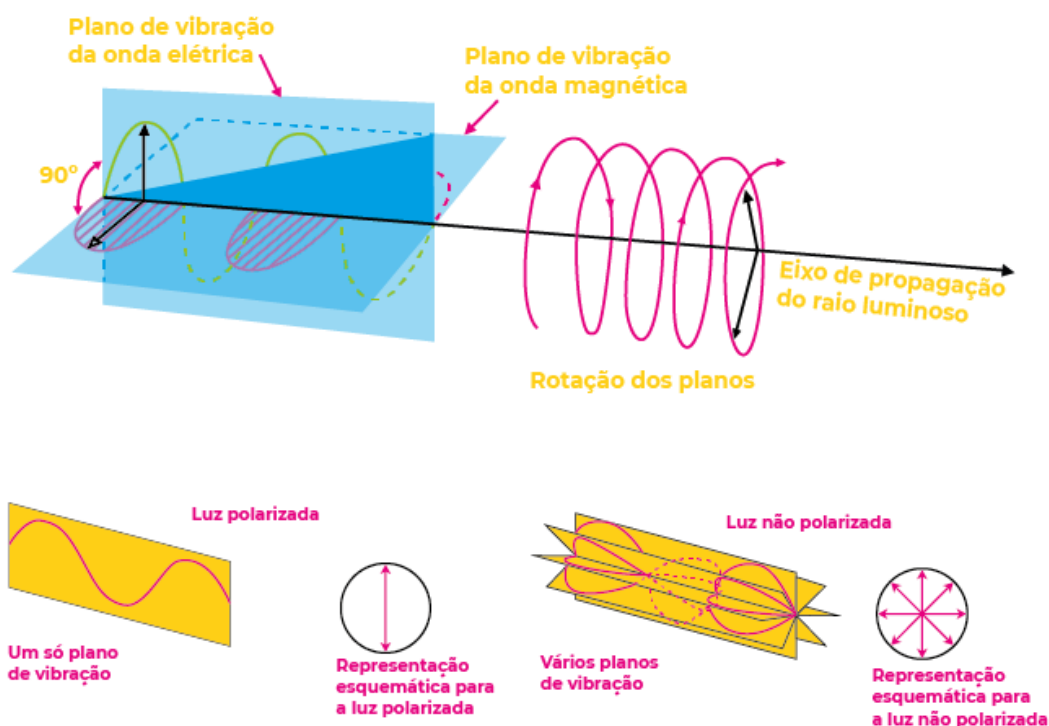
## ISOMERIA ÓPTICA



É um tipo de isomeria espacial, estereoisomeria, que estuda o comportamento das substâncias quando submetidas a um feixe de luz polarizada. A luz normalmente não é polarizada, ou seja, ela é constituída de um conjunto de ondas eletromagnéticas que vibram em vários planos, em contrapartida à luz polarizada. Para que um composto possa apresentar atividade óptica é necessário, na maioria dos casos, que a molécula apresente assimetria, ou seja, se dividirmos a molécula ao meio ela não apresentará partes iguais. Essa é uma forma de observar se existe carbono quiral, ou seja, se existe um carbono que está ligado a quatro ligantes diferentes. Para melhor entendimento precisa-se compreender alguns conceitos referentes a luz natural e luz polarizada.

**Luz natural:** é o agente físico formado por ondas eletromagnéticas capaz de estimular a retina. Por exemplo, a luz do sol.

**Luz polarizada:** quando os planos de vibração das ondas eletromagnéticas são fixos, a luz recebe o nome de luz polarizada. Por exemplo, as ondas produzidas pelas emissoras de rádio e tevê, pois apresentam em uma determinada direção, um campo elétrico variável no espaço e no tempo.

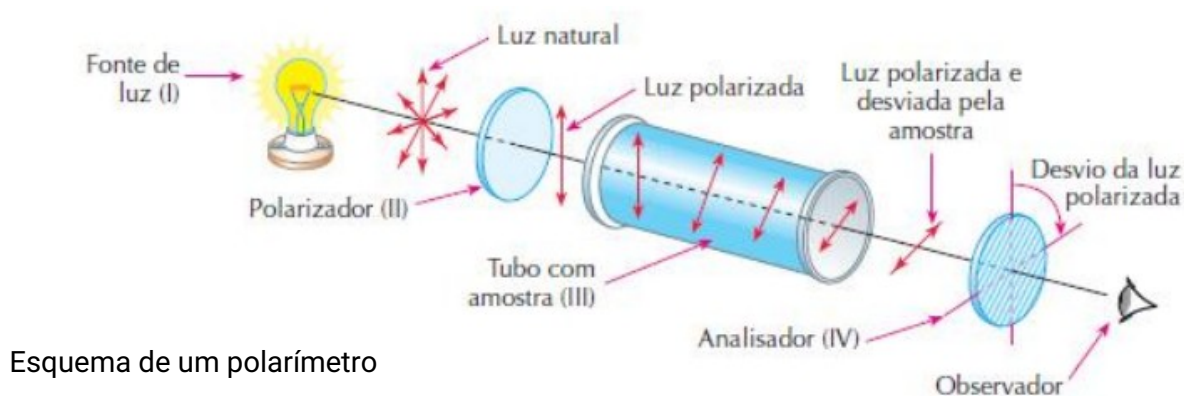


<https://explicae.com.br/blog/ciencias-natureza/isomeria-optica-enem>

Figura 14:

## Como polarizar a luz?

A maneira mais simples para polarizar a luz é atingir um material denominado “polaróide”. Esses materiais ao serem atingidos por feixes de luz, deixam passar somente uma parte da onda luminosa, em uma única direção. Este acontecimento é denominado polarização da luz. Para um trabalho mais refinado, em que se requer uma precisão maior, costuma-se utilizar usar uma certa substância cristalina, por exemplo, o espato da islândia, sendo um cristal transparente de uma variedade do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).



Esquema de um polarímetro

<file:///C:/Users/Maria%20Jos%C3%A9%20Luna/Downloads/>

Figura 15:

## Substâncias opticamente ativas

Isômeros ativos são moléculas de uma determinada substância química que conseguem realizar o desvio de um plano da luz polarizada para a direita ou para esquerda. A luz polarizada foi descoberta por Malus em 1808, mais tarde Biot descobriu que certos cristais de quartzo fazem girar o plano de polarização da luz, portanto podem ser denominados de substâncias opticamente ativas. Para compreendermos melhor esse conceito basta observar a presença de carbono quiral.

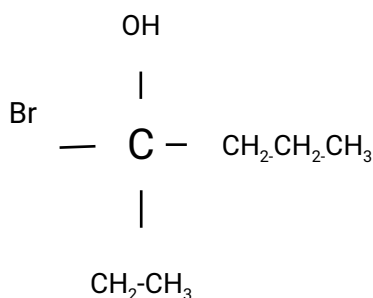


Figura 16:

Se analisarmos a cadeia acima, podemos observar que o carbono central apresenta quatro ligantes diferentes (OH, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> e Br), essa assimetria é o que caracteriza o carbono quiral. Portanto, sempre que houver a presença de carbonos quirais, haverá isômeros ativos.

### Os isômeros ativos podem ser:

**Dextrógiro:** Isômeros óptico ativo que desvia a luz polarizada para a direita.

**Levógiro:** Isômero óptico ativo que desvia a luz polarizada para a esquerda.

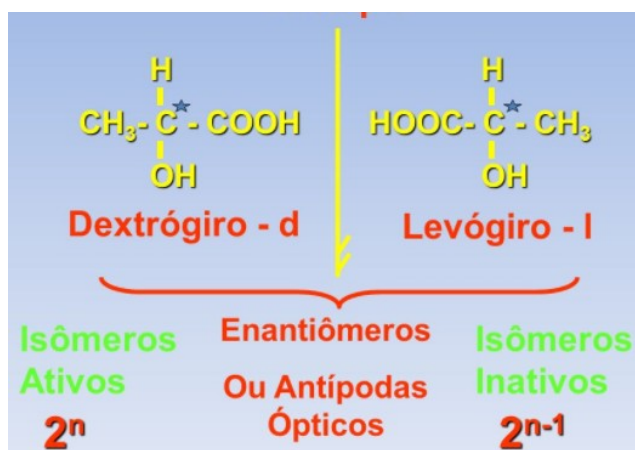
Temos que observar que a presença de um carbono assimétrico é um indício em que existe um isômero levógiro e um dextrógiro. As moléculas que apresentam o desvio da luz para direita ou esquerda, são caracterizadas por terem as mesmas propriedades físicas, no entanto apresentam propriedades químicas diferentes.

### Como calcular a quantidade de carbonos quirais na substância?

A quantidade de isômeros opticamente ativos (d ou l ) e inativos ( dl: mistura racêmica) de uma substância pode ser determinada, de modo prática, pelas expressões de Van't Hoff e Le Bel:

**Quantidade de isômeros opticamente ativos:**  $2^n$

**Quantidade e isômeros opticamente inativos:**  $\frac{2^n}{2}$ , onde n= o número de carbonos assimétricos diferentes



<https://slideplayer.com.br/slide/352685/>

Figura 17:

## I. Moléculas que apresentam carbonos quirais diferentes.

Ácido 5-cloro-2,3-dihidroxi-hexanodioico

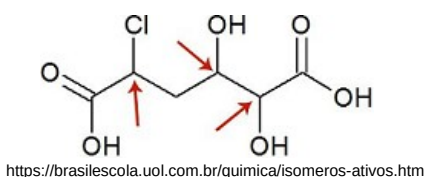


Figura 18:

Na molécula acima podemos observar a presença de três carbonos assimétrico:

$$IOA = 2^n$$

$$IOA = 2^3$$

$$IOA = 8$$

Vemos que a molécula apresenta três carbonos assimétricos considerados diferentes entre si porque estão ligados a grupos diferentes. Generalizando, conclui-se que, havendo 1,2,3...n carbonos assimétricos diferentes, teremos  $2^1$ ,  $2^2$ ,  $2^3$ , ...  $2^n$  Isômeros ópticos diferentes entre si e, conseqüentemente,  $2^n / 2 = 2^{n-1}$  misturas racêmicas entre si.

## II. Compostos com dois carbonos assimétricos iguais.

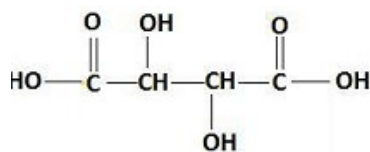
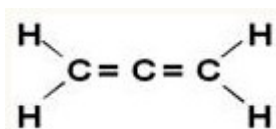


Figura 19:

Na figura acima temos um exemplo de carbonos assimétricos iguais, pois ambos estão ligados a um mesmo grupo. Existem dois isômeros com atividade óptica e enantiomorfos entre si: o ácido d-tartárico e o ácido l-tartárico. Misturando os dois em partes iguais, eles formaram o raciocínio, o qual é opticamente inativo.

### III. Compostos alênicos:

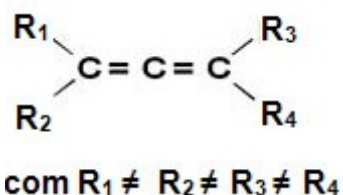
O aleno ou propadieno é o mais simples dos alcadienos:



<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/moleculas-assimetricas-sem-carbono-quiral.html>

Figura 20:

Seus derivados apresentaram atividade desde que os ligantes dos carbonos sejam diferentes.



<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/moleculas-assimetricas-sem-carbono-quiral.html>

Figura 21:

### IV. Compostos cíclicos:

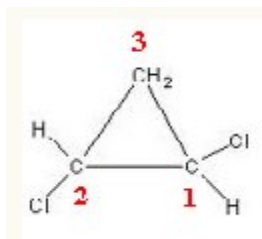


Figura 22:

Analisando a molécula acima podemos dizer que o carbono 1 e 2 são quirais, pois estão ligados ao H e ao Cl que estão fora do anel são iguais. Nesse caso surge simultaneamente a isomeria óptica e geométrica. O isômero cis é inativo, diferente do trans.

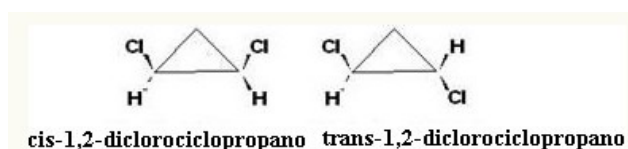


Figura 23:

## Materiais de apoio

### PDF:

- <file:///C:/Users/Maria%20Jos%C3%A9%20Luna/Downloads/ISOMERIAESPACIAL.pdf>
- [file:///C:/Users/Maria%20Jos%C3%A9%20Luna/Downloads/Aula\\_13\\_Isomeria\\_Optica.pdf](file:///C:/Users/Maria%20Jos%C3%A9%20Luna/Downloads/Aula_13_Isomeria_Optica.pdf)
- [file:///C:/Users/Maria%20Jos%C3%A9%20Luna/Downloads/Slides\\_2ano\\_m%C3%B3dulo%2017-18.pdf](file:///C:/Users/Maria%20Jos%C3%A9%20Luna/Downloads/Slides_2ano_m%C3%B3dulo%2017-18.pdf)

### Sites:

- <https://www.alfaconnection.pro.br/quimica/isomeria-2/isomeria-espacial/>
- <https://slideplayer.com.br/slide/352685/>
- <https://www.slideshare.net/larissacadorin1/isomeria-espacial-79461496>
- <https://explicae.com.br/blog/ciencias-natureza/isomeria-optica-enem>
- <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.291>
- <https://slideplayer.com.br/slide/352685/>
- <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/isomeria-optica-sem-carbono-assimetrico.htm>

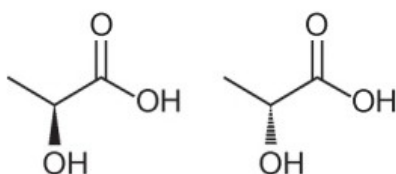
- <https://soexercicios.com.br/plataforma/questoes-de-vestibular/ENEM/1449/Isomeria-Espacial/1>

**LIVROS:**

- FELTRE, Ricardo. Química Orgânica. Ed. 6ª. São Paulo: Editora Moderna. Vol 1. 2004

### Questões

**(Enem PPL 2018)** Várias características e propriedades de moléculas orgânicas podem ser inferidas analisando sua fórmula estrutural. Na natureza, alguns compostos apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais. São chamados isômeros, como ilustrado nas estruturas.



Entre as moléculas apresentadas, observa-se a ocorrência de isomeria.

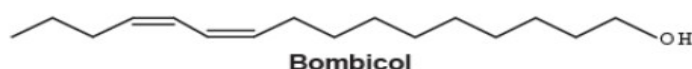
- A) Ótica.
- B) de função.
- C) de cadeia.
- D) Geométrica.
- E) De compensação

RESPOSTA:

- A) **Correta:** Para ser considerada de isomeria óptica teremos que ter a presença de carbono quiral, ou seja o carbono tem que está ligado a quatros grupos diferentes.
- B) **Incorreta:** Teremos que ter as funções diferentes, em ambas os compostos notamos a presença dos mesmos grupos.
- C) **Incorreta:** Podemos observar que as duas cadeias são abertas, são homogêneas, ou seja, não tem átomos diferentes entre carbonos, cadeias saturadas, não possuem ramificação, então são cadeias iguais.
- D) **Incorreta:** Teriam que ter dupla entre carbonos e a cadeia deveria ser fechada.

- E) **Incorreta:** Podemos também chamá-lo de metameria, ou seja, tem que existir a mudança na posição do heteroátomo.

**(Enem- BR – 2016)** Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.



O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	M i l h o
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	M o z a n g o
	<i>Grapholita molesta</i>	F r u t a s
	<i>Scrobipalpuloides absoluta</i>	T o m a t e

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. Química Nova na Escola, n. 7, maio 1998 (adaptado).

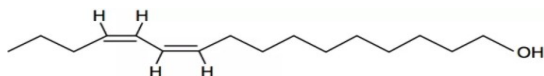
Considerando essas estruturas químicas, o tipo de estereoisomeria apresentada pelo bombicol é também apresentada pelo feromônio utilizado no controle do inseto.

- A) *Sitophilus spp.*
- B) *Migdolus fryanus*
- C) *Anthonomus rubi*
- D) *Grapholita molesta*.
- E) *Scrobipalpuloides absoluta*



**RESPOSTA:**

**Observação:** estereoisomeria (isomeria espacial: espacial e geométrica)



A questão pede uma substância que seja parecida com bombicol, partindo desse princípio, percebe-se que o bombicol apresenta isomeria geométrica, ou seja, ligação dupla entre carbonos e configuração cis-trans.

- A) **Incorreta:** Não apresenta isômeros geométricos e sim ópticos.
- B) **Incorreta:** Apresenta isomeria óptica.
- C) **Incorreta:** Apresenta assimetria, nota-se a presença de carbono quiral.
- D) **Incorreta:** Não apresenta isomeria geométrica ou óptica.
- E) **Correta:** Apresenta dupla entre carbonos e configuração cis-trans .

**(Enem 2014, adaptada)** A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o isômeros ópticos S leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F.A.S "Fármacos e quiralidade". Caderno Temáticos de Química Nova na Escola, São Paul, n.3,

maio 2001(adaptada)

**Essa malformação congênita ocorre porque esses isômeros ópticos**

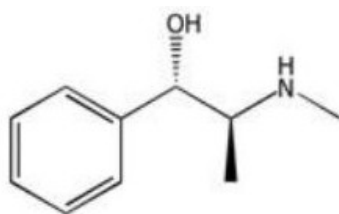
- a) Reagem entre si.
- b) Não podem ser separados.
- c) Não estão presentes em partes iguais.
- d) Interação de maneira distinta com o organismo.
- e) São estruturas com diferentes grupos funcionais.

**Resposta:**

- a) **Incorreta:** Sabe-se que isomeria óptica os isômeros se comportam de forma diferente no organismo. A malformação causada pelo S não tem a ver com a reação química entre os isômeros.
- b) **Incorreta:** A malformação não é causada pela união entre isômeros ópticos.
- c) **Incorreta:** A malformação independe da concentração da talidomida na forma S.
- d) **Correta:** Essa é a definição de isômeros ópticos.

- e) **Incorreta:** Os isômeros apresentam orientação espacial diferente, no entanto, assemelham-se na estrutura e nos grupos funcionais.

**(UFRGS 2015)** Na série Breaking Bad, o personagem Professor Walter White começou a produzir metanfetamina a partir da extração de pseudoefedrina de remédios contra resfriados. A estrutura da (1S, 2S) - pseudoefedrina é mostrada abaixo.



(1S,2S) - Pseudoefedrina

O número possível de isômeros espaciais oticamente ativos para a pseudoefedrina é:

- A) 0.
- B) 2.
- C) 3
- D) 4
- E) 6

#### RESPOSTA:

**Letra(D)** :Podemos observar a presença de apenas dois carbonos quirais, ou seja um carbono com quatro ligantes diferentes, sabendo-se a quantidade de carbonos quirais utilizaremos na expressão de Van't Hoff, para determinar o número de isômeros opticamente ativos ( IOA). O valor obtido na fórmula é referente a quatro estereoisômeros, sendo que temos dois dextrogiro e dois levogiros. Mas podemos utilizar a nomenclatura que a questão nos forneceu, em que (1S, 2S) é a configuração absoluta dos carbonos, portanto, podemos

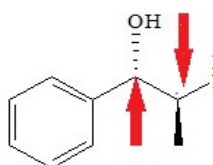
afirmar que temos dois carbonos quirais ou assimétricos. Podemos ter as seguintes possibilidades de estereoisômeros (1S, 2S); (1R, 2R); (1R, 2S); (1S, 2R).

**n = quantidade de carbonos quirais diferentes entre si.**

IOA:  $2^n$

IOA:  $2^2$

IOA: 4



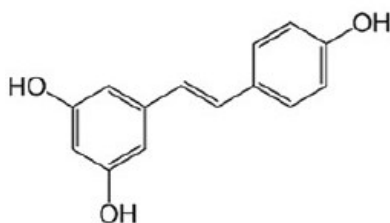
**(PUC-SP 2018/1)** O resveratrol, molécula que protege contra males associados ao envelhecimento – como doenças cardiovasculares, osteoporose, formação de catarata e perda de memória –, é capaz também de reduzir o nível de glicose em pacientes com diabetes tipo 2.

O grande mérito da substância é que ela diminui o nível de glicose no sangue sem produzir os efeitos colaterais dos medicamentos para diabetes disponíveis no mercado.

Presente na uva e em plantas como a azedinha (*Rumex acetosa*), o resveratrol está na base de um novo fármaco contra diabetes desenvolvido por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), sob a coordenação do químico André Souto.

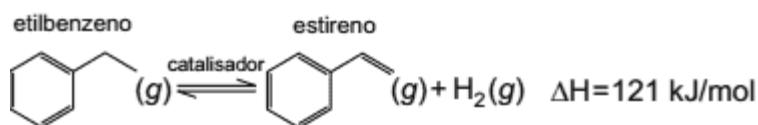
Fonte: [http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/lerid/1708/n/inspirado\\_no\\_vinho](http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/lerid/1708/n/inspirado_no_vinho)

Observe a fórmula do resveratrol e assinale a alternativa CORRETA.



- A) O resveratrol não possui isomeria geométrica.
- B) O isômeros representado é o cis-resveratrol.
- C) Um composto com função orgânica fenol e com a mesma fórmula molecular representaria um isômeros de função do resveratrol.
- D) O resveratrol não possui carbono quiral e, portanto, não possui isomeria óptica.

(UNESP 2017) O estireno, matéria-prima indispensável para a produção do poliestireno, é obtido industrialmente pela desidrogenação catalítica do etilbenzeno, que se dá por meio do seguinte equilíbrio químico:



O etilbenzeno e o estireno

- A) São hidrocarbonetos aromáticos
- B) Apresentam átomos de carbono quaternário
- C) São isômeros funcionais
- D) Apresentam átomos de carbono assimétrico
- E) São isômeros de cadeia

### Respostas:

**A) Correta:** ambos possuem anel aromático

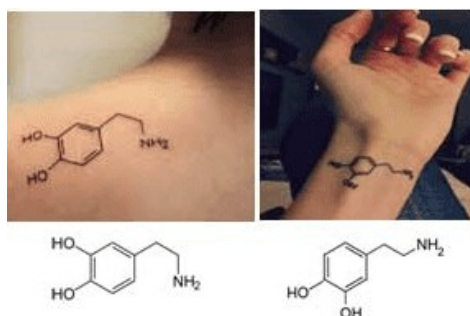
**B) Incorreta:** não possuem em suas estruturas carbonos que fazem quatro ligações com outros carbonos.

**C) Incorreta:** Não podem ser considerados isômeros, pois possuem estruturas diferentes.

**D) Incorreta:** Não apresentam carbono assimétrico, ou seja, quatro grupos diferentes ligados no mesmo carbono.

**E) Incorreta:** Não podem ser considerados isômeros.

(UNICAMP 2016) Atualmente, parece que a Química vem seduzindo as pessoas e tem-se observado um número cada vez maior de pessoas portando tatuagens que remetem ao conhecimento químico. As figuras a seguir mostram duas tatuagens muito parecidas, com as correspondentes imagens tatuadas mais bem definidas abaixo.



As imagens representam duas fórmulas estruturais, que correspondem a dois

- A) Compostos que são isômeros entre si.

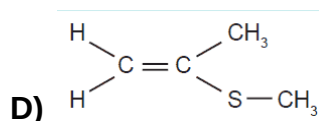
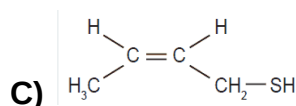
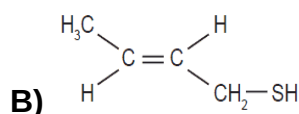
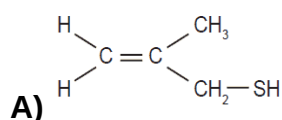
- B) Modos de representar o mesmo composto.
- C) Compostos que não são isômeros.
- D) Compostos que diferem nas posições das ligações duplas.

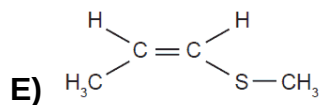
**Resposta:**

**Letra (B):** Se observamos a fórmula molecular da dopamina ( $C_8H_{11}NO_2$ ) em ambas as figuras observaremos que apresentam os mesmos elementos, no entanto, os grupos OH e  $NH_2$  foram colocados em “locais diferentes”, mas permanecem na mesma posição. Tendo esse pensamento em mente, poderíamos afirmar que são isômeros entre si, devido a mesma fórmula molecular. Mas devemos levar em consideração o local dos grupos OH e  $NH_2$  em que não houve mudança de posição.

**(ENEM- 2ª APLICAÇÃO 2017)** Em algumas regiões brasileiras, é comum se encontrar um animal com odor característico, o zorrilho. Esse odor serve para a proteção desse animal, afastando seus predadores. Um dos fenômenos responsáveis por esse odor é uma substância que apresenta isomeria trans e seu grupo tiol ligado à sua cadeia.

A estrutura desse feromônio, que ajuda na proteção do zorrilho, é

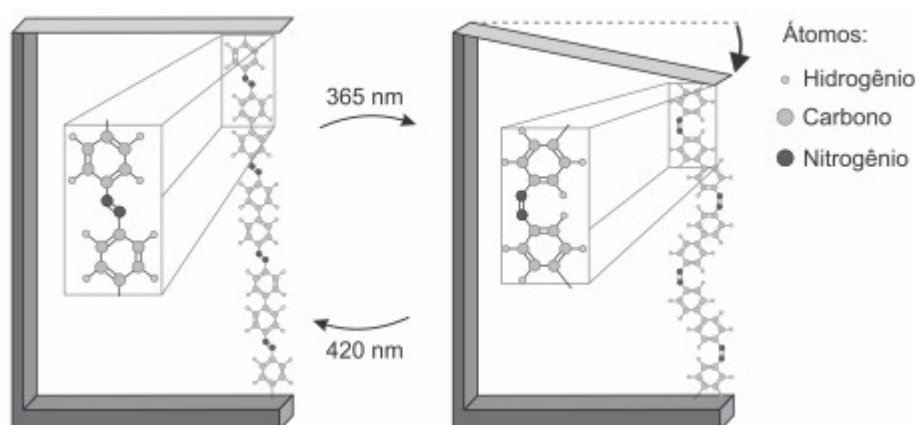


**RESPOSTA:**

**LETRA (B):** Para termos isômeros em cadeia aberta, primeiramente teremos que ter uma dupla ligação, essa dupla deverá ser entre os carbonos, e essa dupla serve para que os carbonos não consigam rotacionar entre si, e os ligantes devem ser diferentes entre si. Se tivermos ligantes de maior peso molecular do mesmo lado teremos a configuração Cis, e se o ligantes estiverem dispostos de lados opostos teremos a configuração Trans.

Os tióis são análogos do enxofre de álcoois, ou seja, o enxofre toma o lugar do oxigênio no grupo hidroxila de um álcool. Logo chegaremos a resposta correta, em que os grupos se encontram em lados opostos.

**(ENEM 2018)** Pesquisas demonstram que nanodispositivos baseados em movimentos de dimensões atômicas, induzidos por luz, poderão ter aplicações em tecnologias futuras, substituindo micromotores, sem a necessidade de componentes mecânicos. Exemplo de movimento molecular induzido pela luz pode ser observado pela flexão de uma lâmina delgada de silício, ligado a um polímero de azobenzeno e a um material suporte, em dois comprimentos de onda, conforme ilustrado na figura. Com a aplicação de luz ocorrem reações reversíveis da cadeia do polímero, que promovem o movimento observado.



O fenômeno de movimento molecular, promovido pela incidência de luz, decorre do(a)

- A) Movimento vibracional dos átomos, que leva ao encurtamento e à relaxação das ligações.
- B) Isomerização das ligações sendo a forma cis do polímero mais compacta que a trans.
- C) Tautomerização das unidades monoméricas do polímero, que leva a um composto mais compacto.
- D) Ressonância entre os elétrons do grupo azo e os do anel aromático que encurta as ligações duplas.
- E) Variação conformacional das ligações que resulta em estruturas com diferentes áreas de superfície.

**RESPOSTA:**

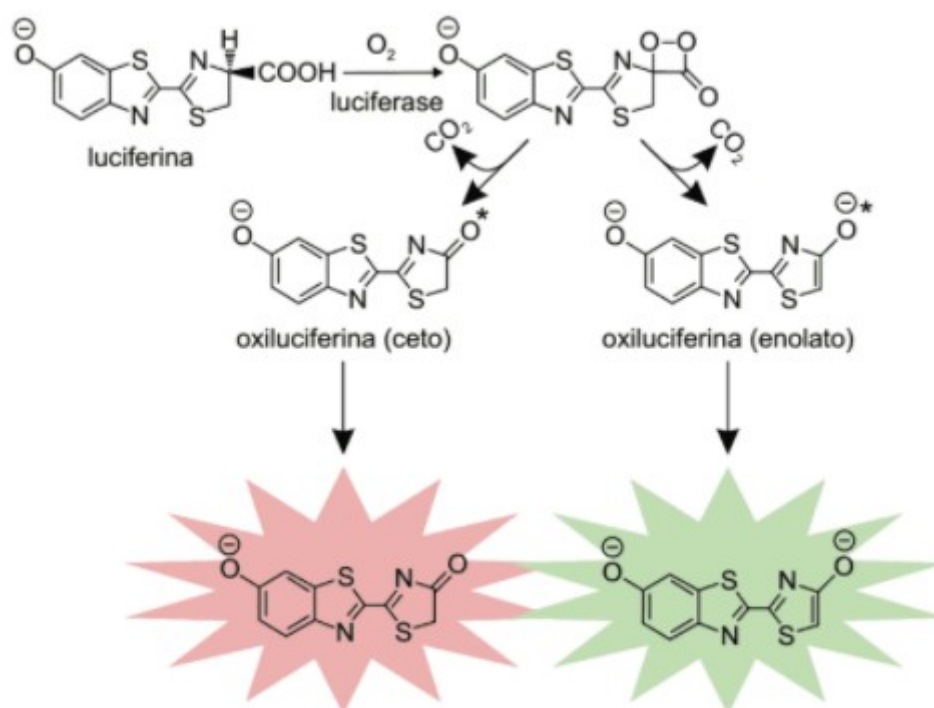
- A) **Incorreta:** Ocorre uma movimentação e um encurtamento e um relaxamento das ligações, mas observamos o ligante.
- B) **Correta:** Tem processo de isomerização e a forma cis é menor que o trans.
- C) **Incorreta:** Temos a função orgânica, para termos a forma enólica, ou seja, que tenha enol e aldeído ou enol acetona).
- D) **Incorreta:** O anel benzênico existe a mudança da dupla ligação. Mas não é motivo da formação cis-trans.

**(UNESP 2016)** A bioluminescência é o fenômeno de emissão de luz visível por certos organismos vivos, resultante de uma reação química entre uma substância sintetizada pelo próprio organismo (luciferina) e oxigênio molecular, na presença de uma enzima (luciferase). Como resultado dessa reação bioquímica é gerado um produto em um estado eletronicamente

excitado( oxiluciferina). Este produto, por sua vez, desativa-se por meio da emissão de luz visível, formando o produto no estado normal ou fundamental ( oxiluciferina). Ao final, a concentração de luciferase permanece constante.



O esquema ilustra o mecanismo geral da reação de bioluminescência de vagalumes, no qual são formados dois produtos diferentes em estados eletronicamente excitados, responsáveis pela emissão de luz na cor verde ou na cor vermelha



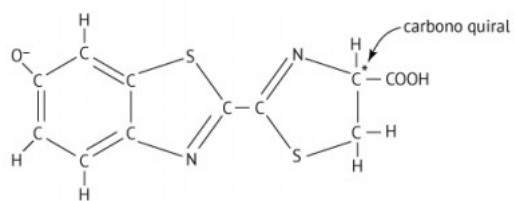
(Etelvino J. H. Bechara e Vadim R. Viviani.  
Revista virtual de química, 2015. Adaptado.)

De acordo com o texto e utilizando a classificação periódica dos elementos, assinale a alternativa que apresenta a massa molar, em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , e o tipo de isomeria presente na luciferina do vagalume.

- A) 274,3 e óptica
- B) 279,3 e óptica
- C) 279,3 e geométrica
- D) 274,3 e geométrica
- E) 279,3 e tautomeria

**RESPOSTA:**





Fórmula molecular :  $C_{11}H_7O_3N_2S_2$

Massa molar:  $(11 \cdot 12) + (7 \cdot 1,01) + (3 \cdot 16) + (2 \cdot 14) + (2 \cdot 32,1) = 279,3 \text{ g/mol}$

O composto apresenta carbono quiral, ou seja, possui um carbono assimétrico, em que é ligado a quatro grupos diferentes entre si.

**Revisado por: Carolina de Moraes da Trindade**