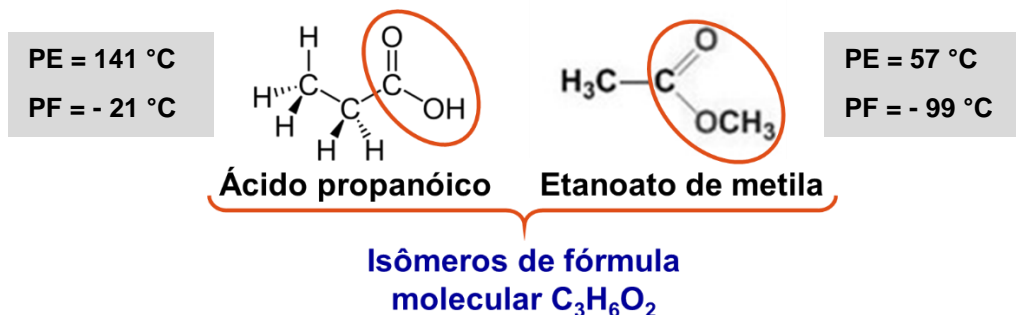


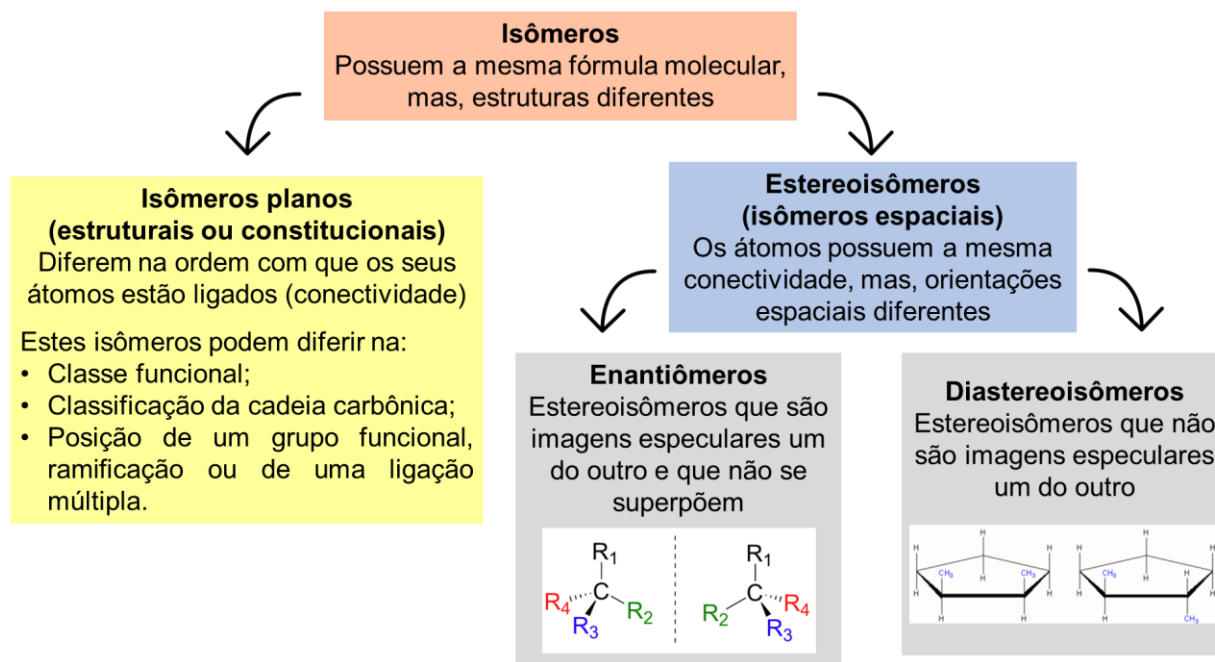
## ISOMERIA

A isomeria é um fenômeno caracterizado pela existência de duas ou mais substâncias que apresentam a mesma fórmula molecular, mas estruturas e propriedades diferentes

**Exemplo:**



O estudo da isomeria é dividido em duas partes: **isomeria plana** e **isomeria espacial**. Por isso, os isômeros podem ser classificados em isômeros planos (estruturais ou constitucionais) ou espaciais (estereoisômeros), conforme mostrado na figura abaixo.



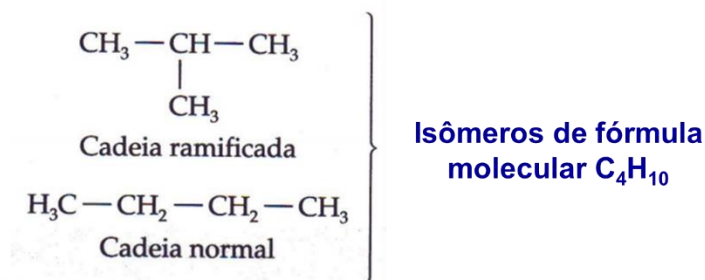
## Isomeria plana

As substâncias que apresentam isomeria plana podem ser identificadas e diferenciadas pela análise das suas fórmulas estruturais planas. Essa diferenciação é possível, pois as substâncias que apresentam esse tipo de isomeria possuem diferenças na posição de certos grupos ou insaturações, no tipo de cadeia ou grupo funcional.

A **isomeria plana** pode ser classificada em: isomeria de cadeia, isomeria de função, isomeria de posição, metameria e tautomeria. A seguir, vamos estudar os cinco tipos de isomeria plana.

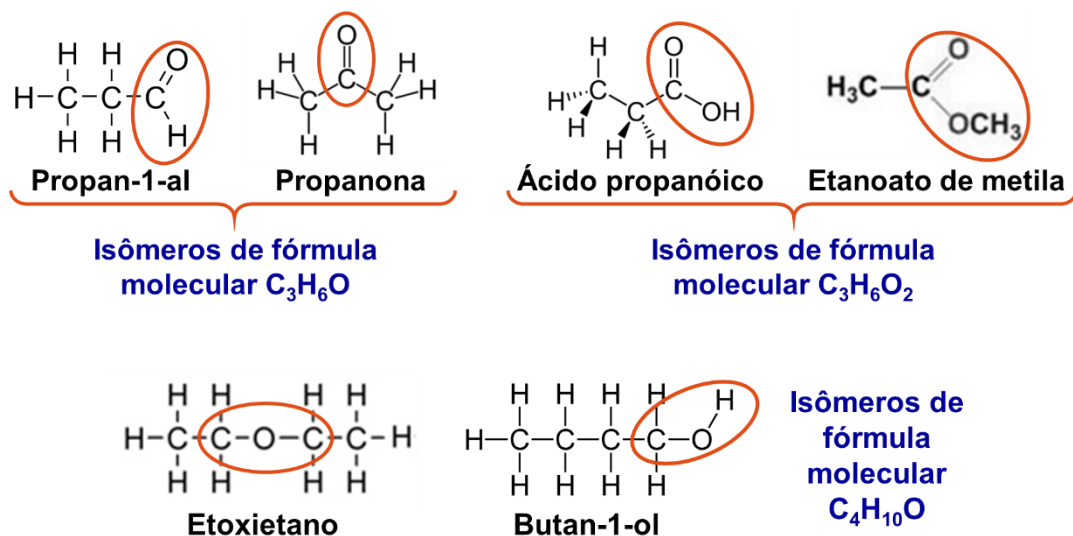
**Isomeria de cadeia:** os isômeros pertencem ao mesmo grupo funcional, mas, diferem no tipo de cadeia carbônica.

**Exemplo:**



**Isomeria de função:** os isômeros pertencem a grupos funcionais (funções) diferentes.

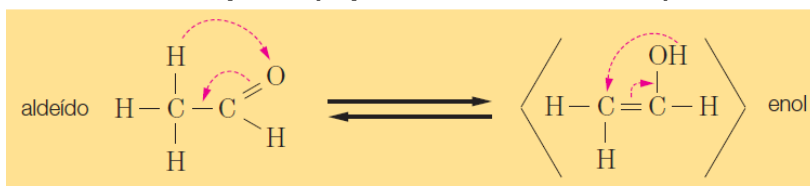
**Exemplos:**



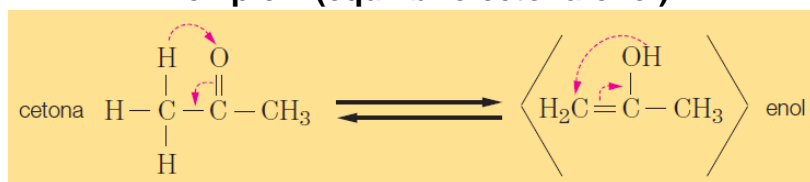
**Tautomeria:** é um caso particular da isomeria de função, onde os isômeros coexistem em equilíbrio dinâmico em solução. Os principais casos ocorrem entre:

- aldeído e enol;
- cetona e enol.

**Exemplo 1 (equilíbrio aldeído-enol):**



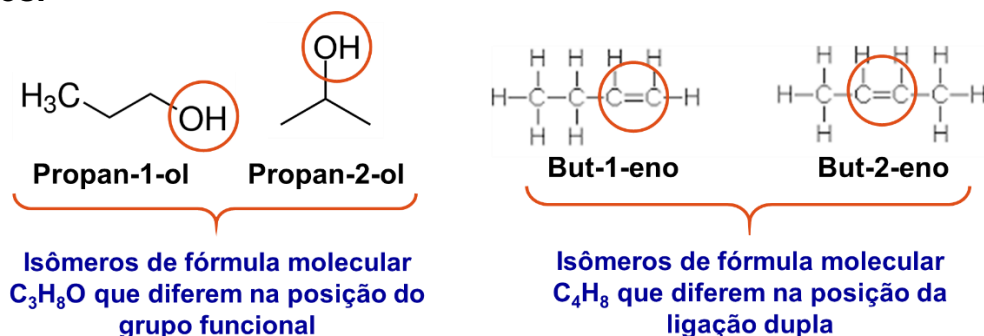
**Exemplo 2 (equilíbrio cetona-enol):**



Ao preparar uma solução de etanal (exemplo 1), algumas moléculas se transformam em etenol (enol), o qual, posteriormente, regenera o etanal, estabelecendo um equilíbrio químico.

**Isomeria de posição:** os isômeros pertencem ao mesmo grupo funcional, mas diferem quanto à posição do grupo funcional, de uma insaturação (dupla ou tripla ligação) ou de uma ramificação.

**Exemplos:**



**Metameria:** os isômeros pertencem ao mesmo grupo funcional e possuem o mesmo tipo de cadeia, mas diferem quanto à posição de um heteroátomo.

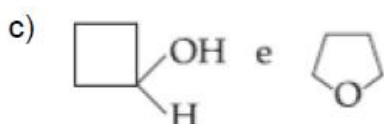
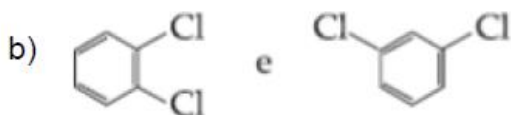
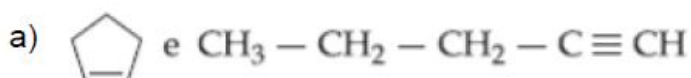
**Exemplo:**

Fórmula molecular	Isômeros	
	Função e fórmula estrutural	Função e fórmula estrutural
$C_4H_{11}N$	amina $H_3C-NH-CH_2-CH_2-CH_3$	amina $H_3C-CH_2-NH-CH_2-CH_3$

Fonte: USBERCO; SALVADOR, 2002.

## Atividades

1. Butan-1-al é um isômero da butan-2-ona? Qual é o tipo de isomeria existente?
2. Metoxietano é um isômero do propan-2-ol?
3. Propan-1-ol é um isômero do propan-2-ol? Qual o tipo de isomeria existente?
4. O 2-metil-butano é um isômero de cadeia de qual composto orgânico?
5. Propano é um isômero do ciclopropano?
6. Identifique a alternativa em que os compostos não são isômeros:
  - a) but-1-eno e ciclobutano
  - b) propan-1-ol e propan-2-ol
  - c) propanal e propanona
  - d) but-1-eno e but-2-eno
  - e) propano e propeno
7. Relacione os pares de compostos apresentados abaixo com o tipo de isomeria existente em cada caso.



- ( ) Isomeria de função  
( ) Isomeria de cadeia  
( ) Isomeria de posição
8. A substância encontrada no queijo velho e na manteiga rançosa é o ácido butanóico. A substância (x) é um isômero funcional do ácido butanóico e apresenta um sabor de menta. Com base nessas informações podemos afirmar que x é:
    - a) butan-1-ol
    - b) ácido metilpropanóico
    - c) acetato de etila
    - d) butanona
    - e) butanal
  9. A partir da análise dos compostos abaixo, pode-se afirmar que:
    - I)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
    - II)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
    - III)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$



- a) I é isômero funcional de V.  
b) I e II são isômeros de cadeia.  
c) III e IV são isômeros de posição.  
d) V e VI são isômeros funcionais.  
e) III e IV são isômeros de cadeia.
10. Um dos isômeros do ciclobutano é o:
- a) but-1-ino  
b) metilpropano  
c) butano  
d) metilciclopropano

OBS.: O gabarito destas atividades está disponível nas últimas páginas do material.

## Isomeria espacial (estereoisomeria)

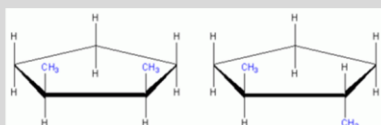
Nesse tipo de isomeria, a diferença entre os isômeros só é perceptível pela análise das suas estruturas tridimensionais, tendo em vista que eles apresentam as mesmas fórmulas moleculares e estruturais, diferindo apenas na disposição espacial de seus átomos. Assim, nos isômeros espaciais, os átomos possuem a mesma conectividade, mas orientações espaciais diferentes.

Conforme mostrado abaixo, os isômeros espaciais (estereoisômeros) podem ser classificados em diastereoisômeros ou enantiômeros. Os diastereoisômeros são estereoisômeros que não são imagens especulares um do outro, enquanto os enantiômeros são imagens especulares um do outro e que não se superpõem.

### Isomeria geométrica

#### Diastereoisômeros

Estereoisômeros que não são imagens especulares um do outro

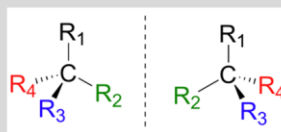


#### Isomeria cis-trans

### Isomeria óptica

#### Enantiômeros

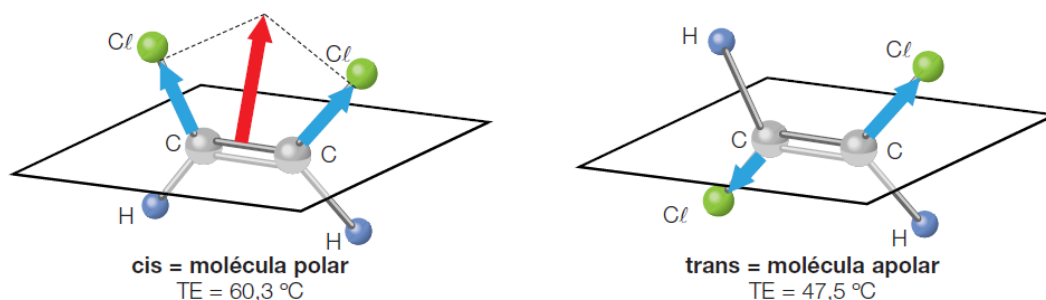
Estereoisômeros que são imagens especulares um do outro e que não se superpõem



Diante da existência de dois tipos de isômeros (diastereoisômeros e enantiômeros), a isomeria espacial é dividida em geométrica e óptica. Ao longo deste material, estudaremos a isomeria geométrica.

### Isomeria geométrica (cis-trans)

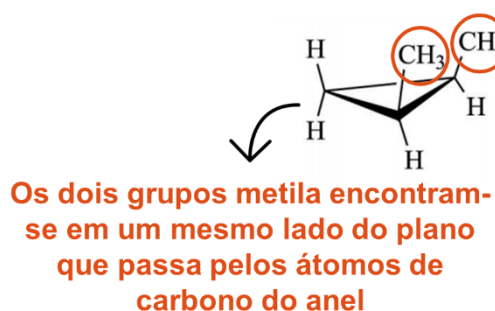
A isomeria geométrica ocorre devido às diferentes disposições espaciais dos átomos em **cadeias insaturadas** ou **cíclicas**. Essas diferenças no arranjo tridimensional ocasionam alterações nas propriedades físicas dos compostos (ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade), tendo em vista que o arranjo tridimensional influencia na polaridade molecular, conforme mostrado abaixo.



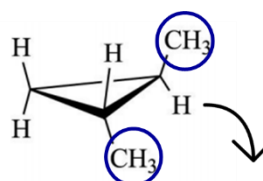
Fonte: USBERCO; SALVADOR, 2002.

#### • Compostos cíclicos

Compostos cíclicos **substituídos** (compostos com ligantes diferentes de hidrogênio em pelo menos dois átomos de carbono do ciclo) podem apresentar isomeria geométrica conforme ilustrado para as moléculas do 1,2-dimetilciclopropano:



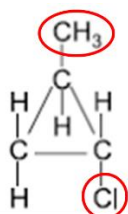
Nesse caso, deve ser usado o prefixo “**cis**” antes do nome do composto e seu nome completo será:  
**cis-1,2-dimetilciclopropano**



Os dois grupos metila encontram-se em lados opostos do plano que passa pelos átomos de carbono do anel

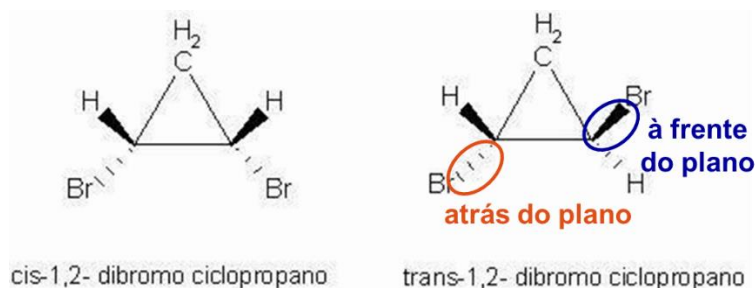
Nesse caso, deve ser usado o prefixo “**trans**” antes do nome do composto e seu nome completo será:  
**trans-1,2-dimetilciclopropano**

Os ligantes podem ser diferentes, conforme mostrado no exemplo abaixo:



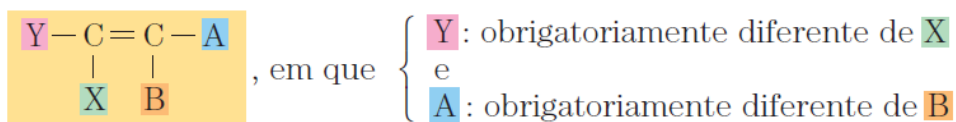
**trans-1-cloro-2-metilciclopropano**

Para desenhar os isômeros cis-trans, é possível utilizar as fórmulas em perspectiva. Essas fórmulas permitem indicar se o átomo se encontra no plano do papel (ligação é representada por um traço), atrás do plano do papel (ligação é representada por uma linha tracejada) ou à frente do plano do papel (ligação é representada por uma cunha sólida), conforme mostrado nos exemplos abaixo.



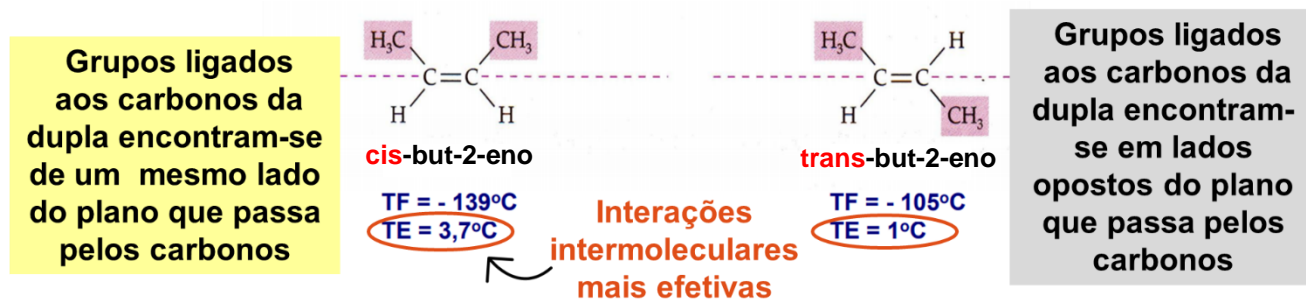
### • Compostos insaturados

Os compostos acíclicos podem apresentar isomeria geométrica se apresentarem uma ligação dupla entre átomos de carbono (insaturação). Além disso, cada um dos carbonos da dupla deve apresentar dois ligantes diferentes, conforme mostrado no esquema abaixo.

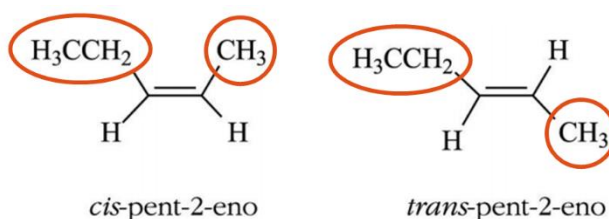


Fonte: USBERCO; SALVADOR, 2002.

#### Exemplo 1: but-2-eno ( $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ )



#### Exemplo 2: pent-2-eno ( $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ )



Os termos **cis** e **trans** são utilizados apenas para **alcenos dissustituídos**



## Isomeria geométrica (E-Z)

Para designar **alcenos tri e tetrassubstituídos**, onde três ou quatro átomos de hidrogênio foram substituídos por outros ligantes, respectivamente, utiliza-se outro sistema de nomenclatura, denominado E-Z. No sistema E-Z, os átomos e/ou grupos ligados a cada átomo de carbono da ligação dupla são analisados e classificados em ordem de prioridade.

**Os átomos de maior número atômico têm maior prioridade**

**Ordem decrescente de prioridade:**

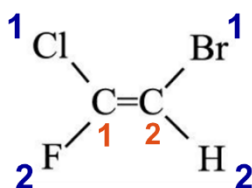


Quando os átomos ligados diretamente aos carbonos da ligação dupla forem iguais, os números atômicos dos elementos ligados a esses átomos são usados para definir a prioridade dos ligantes

- Se os átomos e/ou grupos de maior prioridade em cada carbono estiverem do mesmo lado da ligação dupla, a geometria será designada pela letra Z (do alemão Zusammen, “juntos”);
- Se os átomos e/ou grupos de maior prioridade em cada carbono estiverem em lados opostos da ligação dupla, a geometria será designada pela letra E (do alemão Entgegen, “opostos”).

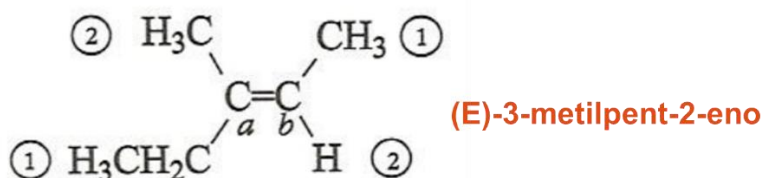
### Exemplo 1:

Prioridade  
Carbono 1: Cl > F  
Carbono 2: Br > H



Como os grupos de maior prioridade ligados ao C1 (Cl) e C2 (Br) se encontram no mesmo lado de um plano que passa por esses carbonos, o isômero acima recebe a denominação Z:  
**(Z)-2-bromo-1-cloro-1-fluoroetano**

### Exemplo 2:

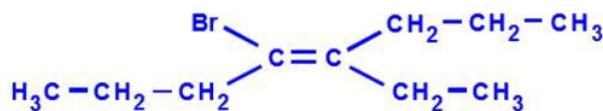


- Os grupos ligados ao **carbono “a”** são **-CH<sub>3</sub>** e **-CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>**. Em ambos os grupos, o elemento ligado diretamente ao carbono “a” é um átomo de C. Portanto, devem ser comparadas as prioridades dos elementos ligados a cada um desses carbonos;
- No grupo **-CH<sub>3</sub>**, os elementos ligados ao C são **H, H, H** e no grupo **-CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>**, são **C, H, H**. Como o carbono tem maior prioridade que o hidrogênio, o grupo etil (**-CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>**) terá prioridade sobre o metil (**-CH<sub>3</sub>**).



## Atividades

- Qual das seguintes substâncias apresenta isomerismo geométrico:  
I)  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$   
II)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$   
III)  $\text{CH}_3\text{BrC}=\text{CCH}_3\text{Cl}$   
IV)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHC}_2\text{H}_5$   
a) Somente II  
b) Somente III  
c) Somente I e II  
d) Somente I e III  
e) Somente III e IV
- Represente os isômeros da(s) substância(s) descritas no exercício anterior que possui(em) isomerismo geométrico.
- Dentre os compostos mostrados abaixo, quais apresentam isomeria geométrica?  
a) 1-penteno;  
b) 2-penteno;  
c) 3-hexeno;  
d) 2-metil-2-penteno;  
e) 2-metil-3-hexeno;  
f) 1,1-dimetil-ciclopentano;  
g) 1,2-dimetil-ciclopentano.
- Assinale a alternativa que fornece o nome do composto orgânico cuja fórmula está representada abaixo:



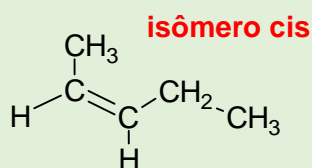
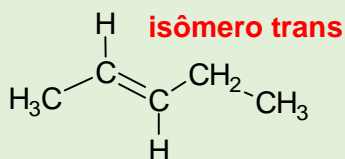
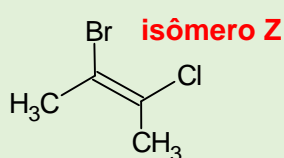
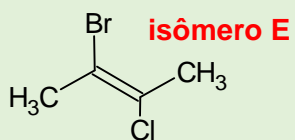
- cis-4-bromo-5-etil-oct-4-eno
  - E-4-bromo-5-etil-oct-4-eno
  - trans-4-bromo-5-etil-oct-4-eno
  - Z-4-bromo-5-etil-oct-4-eno
  - Z-4-etil-5-bromo-oct-4-eno
- Qual dos alcenos abaixo apresenta isomeria geométrica E-Z:  
a) 2,3-dimetil-pent-2-eno  
b) pent-1-eno  
c) 3-metil-hex-3-eno  
d) eteno  
e) hex-3-eno

### Gabarito – Isomeria Plana

1. O butan-1-al é isômero da butan-2-ona – **isomeria de função**.
2. O metoxietano é isômero do propan-2-ol.
3. O propan-1-ol é isômero do propan-2-ol – **isomeria de posição**.
4.  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
5. O propano não é isômero do ciclopropano.
6. alternativa e
7. c – a – b
8. alternativa c
9. alternativa b
10. alternativa a

### Gabarito – Isomeria Geométrica

1. alternativa e
- 2.



3. b, c, e, g
4. alternativa d
5. alternativa c