

## UNIDAD 15. ISOMERÍA

### ¿En qué consiste el fenómeno de la isomería?

**Desempeño Esperado:** El estudiante encuentra isómeros estructurales y geométricos, diferenciándolos a partir de sus nombres IUPAC.

#### 1. INTRODUCCIÓN

El alcohol etílico,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ , es un líquido a  $78^\circ$ , es un compuesto que reacciona vigorosamente con sodio consumiéndolo y desprendiendo hidrógeno. El compuesto que queda (el producto de la reacción) es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{ONa}$ . Igualmente reacciona con HI (ácido yodhídrico) para formar agua y una sustancia de fórmula  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-I}$ .

El éter metílico,  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ , es un gas con punto de ebullición de  $-24^\circ$ . No reacciona con el sodio, como el alcohol etílico reacciona con el ácido yodhídrico pero da un compuesto de fórmula  $\text{CH}_3\text{-I}$ .

Tanto el alcohol etílico como el éter metílico, tienen el mismo peso molecular (46 g/mol) y la misma fórmula molecular,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ .

Tenemos dos sustancias que tienen fórmula estructural diferente, propiedades físicas y químicas diferentes, pero igual fórmula molecular. ¿Cómo podemos explicar su existencia? La respuesta es: *difieren en su estructura molecular*.

Los compuestos diferentes que tienen la misma fórmula molecular se llaman isómeros (del griego: *isos*, igual; *meros*, parte). Contienen igual número de las mismas clases de átomos pero éstos están unidos entre sí de manera distinta. Los isómeros son compuestos diferentes pues tienen estructuras moleculares (fórmulas estructurales) distintas.

#### ACTIVIDAD DE REFUERZO # 1.

Escribir las reacciones del alcohol etílico con sodio, HI y la del éter metílico con HI. Balancear las reacciones.

#### 2. CLASIFICACIÓN

##### 2.1. Isomería Estructural.

Se debe a determinados enlaces y ordenamientos de los átomos (fórmula estructural). Se divide en:

##### 2.1.1. Isomería de cadena.

Se debe a diferentes disposiciones del esqueleto carbonado. Por ejemplo, el butano,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , presenta 2 isómeros de cadena. Ver figura 1.

##### 2.1.2. Isomería de Posición.

Se debe a las diferencias en la disposición en la cadena del grupo funcional. El cloropropano,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{-Cl}$ , puede ubicar el cloro en un carbono primario (primer isómero) y en un carbono secundario (segundo isómero). Ver figura 1.

## 2.2. Isomería de Grupo Funcional.

Se debe a la presencia en la molécula de distintos grupos funcionales. Ver figura 1.

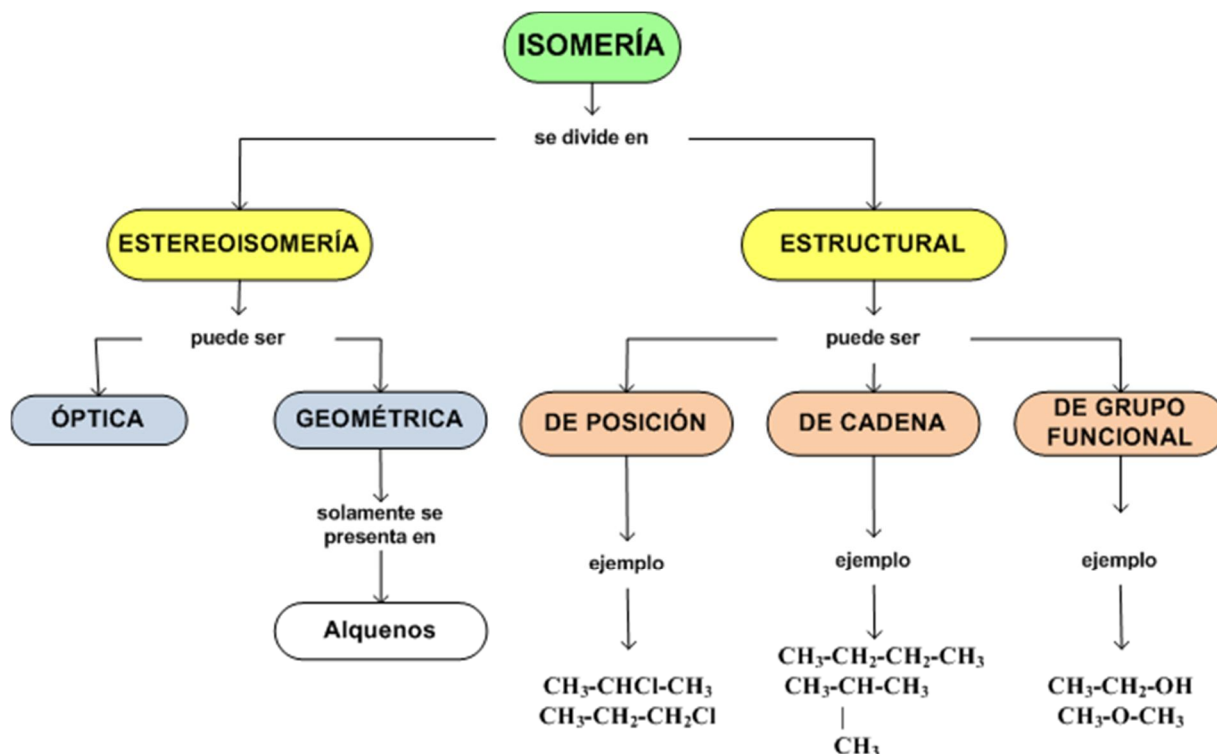


Figura 1. Mapa Conceptual sobre ISOMERÍA

### ACTIVIDAD DE REFUERZO # 2.

En la introducción se mencionó la isomería del alcohol etílico y del éter metílico. ¿Cómo se clasificaría esta isomería? ¿Por qué?

### 3. MÁS EJEMPLOS DE ISOMERÍA ESTRUCTURAL:

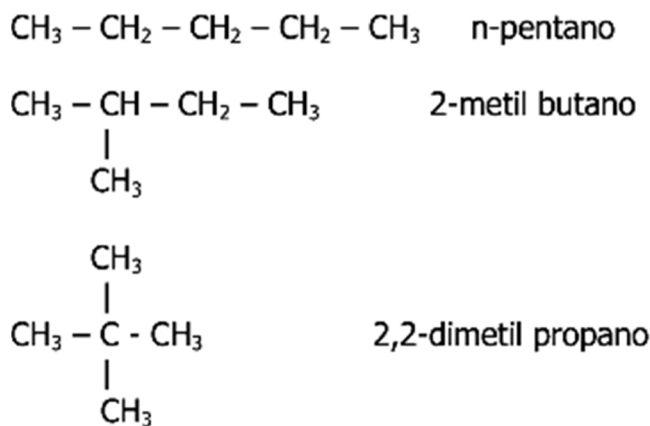


Figura 2. ISOMERÍA DE CADENA: Isómeros del pentano, C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>

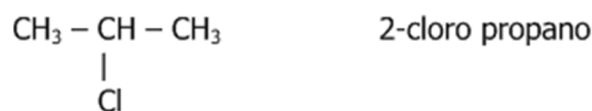


Figura 3. ISOMERÍA DE POSICIÓN:  
Isómeros del cloropropano,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$

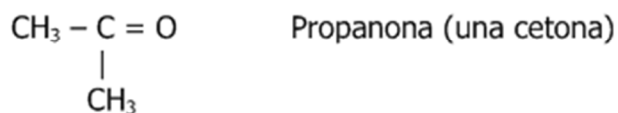
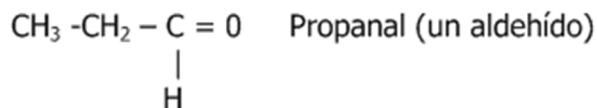
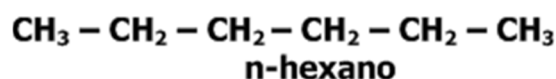


Figura 4. ISOMERÍA DE GRUPO  
FUNCIONAL:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

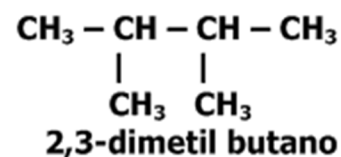
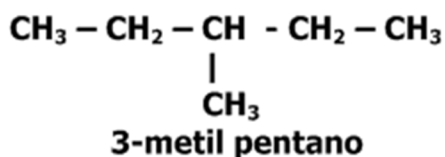
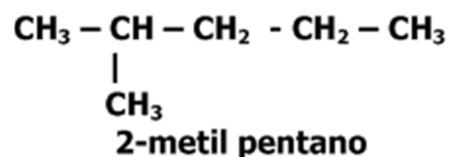
#### 4. ¿CÓMO HALLAR ISÓMEROS ESTRUCTURALES?

Vamos a tomar como ejemplo los isómeros del hexano,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

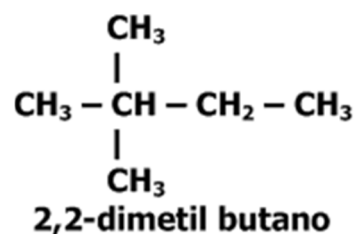
**Paso 1.** Escribir la fórmula estructural lineal del primer isómero:



**Paso 2.** Tomar un grupo metilo,  $\text{CH}_3$ - y ubicarlo a lo largo de la cadena de cinco carbonos como una ramificación.



En este caso observamos que el grupo metilo ramifica la cadena en el carbono 2, pero es posible la ramificación en el carbono 3.



**Paso 3.** Cuando se terminan las posibilidades de ramificar la cadena con un grupo metilo, lo hacemos con dos.

**Paso 4.** Si existen más posibilidades de ramificar la cadena (no es el caso del hexano), seguimos con un grupo etilo, y así sucesivamente.

Conclusión: El hexano tiene 5 isómeros, todos estructurales de cadena.

#### ACTIVIDAD REFUERZO # 3.

Hallar los isómeros estructurales de posición del dicloropropano,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$

#### ACTIVIDAD DE REFUERZO # 4.

Hallar los isómeros estructurales de cadena del heptano,  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ .

## 5. ESTEREOISOMERÍA.

La estereoquímica es la rama de la química que estudia la estructura tridimensional de las moléculas. Existen sustancias que aunque poseen las mismas fórmulas moleculares y estructurales, difieren en la orientación espacial de sus átomos; esto da origen al fenómeno del estereoisomerismo (del griego *stereo*, sólido). Los estereoisómeros sólo difieren en la orientación de sus átomos en el espacio.

La estereoisomería se clasifica en geométrica, presente en los alquenos y en óptica, que se produce cuando la molécula es asimétrica, es decir, cuando carece de un plano de simetría. ¿Cuál es la diferencia entre la mano izquierda y la mano derecha? Parecen semejantes, pero un guante izquierdo no entra en la mano derecha, así como un zapato izquierdo entra incómodamente en el pie derecho. Se dice que tanto las manos, los zapatos y los guantes son *imágenes especulares que no se pueden sobreponer (son objetos con formas izquierda y derecha)*. El estudio de la isomería óptica no se contempla en el plan de estudios del bachillerato.

El doble enlace - C = C- proporciona rigidez a la molécula, los hidrógenos no pueden girar libremente alrededor de los átomos de carbono y la sustitución de dos hidrógenos por dos radicales o grupos de átomos originan dos isómeros denominados isómeros geométricos.

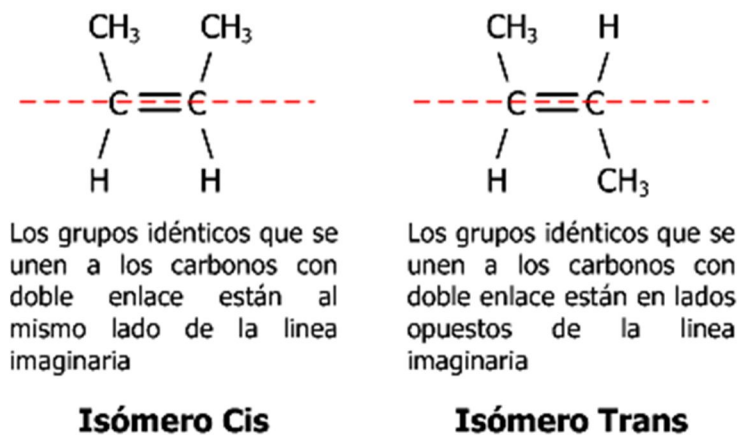


Figura 5. ISOMERÍA GEOMÉTRICA

El 2-buteno, ver figura 5, puede existir en dos formas geométricas diferentes. En la figura izquierda, los dos grupos semejantes (H ó CH<sub>3</sub>) se orientan hacia el mismo lado de la línea imaginaria que une los dos carbonos con doble enlace; mientras que en la figura derecha, los Hidrógenos, o los grupos CH<sub>3</sub>- se orientan en los lados opuestos de esta línea imaginaria.

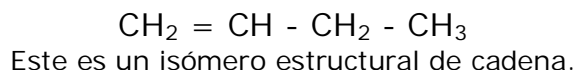
Debido a la imposibilidad de la libre rotación por la presencia del doble enlace C=C, estas dos estructuras no son inter convertibles y corresponden a sustancias con propiedades diferentes. Se dice que son isómeros geométricos.

*Para que un alqueno presente isomería geométrica se requiere que los grupos que se unen a los carbonos con doble enlace sean diferentes y por lo menos un grupo semejante a ambos carbonos.*

### 5.1. Nomenclatura *cis* - *trans*.

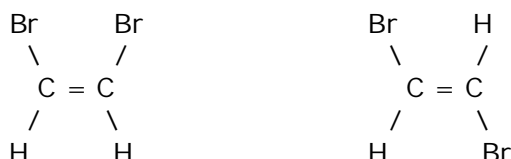
Para nombrar los isómeros geométricos se utiliza la nomenclatura *cis* - *trans*. El isómero *cis* (del latín *cis* = del mismo lado) es el que tiene los dos grupos semejantes en el mismo lado del doble enlace, y el isómero *trans* (del latín *trans* = al otro lado) tiene los grupos similares en los lados

opuestos. Los dos butenos de la figura 5 se llamarán entonces: cis-2-buteno y trans-2-buteno. Existe en el buteno otro isómero, no geométrico, que es el 1-buteno:



#### ACTIVIDAD DE REFUERZO # 5.

En las fórmulas estructurales siguientes, identificar el cis-1,2-dibromoeteno y el trans-1,2-dibromoeteno. ¿El compuesto 1,1-dibromoeteno es un isómero estructural o geométrico? Explique



#### 5.2. Nomenclatura E-Z.

Cuando los 4 sustituyentes de los carbonos con doble enlace son diferentes, en ocasiones no se puede dar un nombre específico. Para estos casos se aconseja otro tipo de nomenclatura llamada E-Z (es una nomenclatura más general).

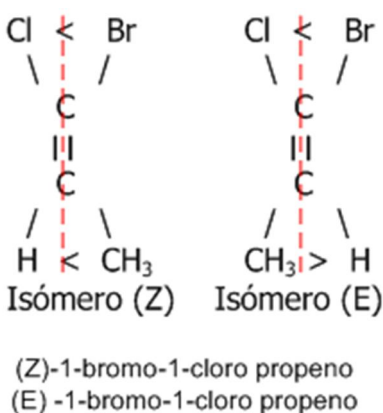


Figura 6.

Para emplear este sistema, se comparan las masas de los sustituyentes que se unen a cada uno de los carbonos con doble enlace. Observe que en la figura 6 izquierda los sustituyentes de menor masa del carbono superior e inferior están al lado izquierdo (del mismo lado) de la línea imaginaria que pasa por los carbonos con doble enlace. En la figura derecha, están en lados opuestos.

En el primer caso el compuesto se llama isómero Z (inicial de la palabra alemana *zusammen* que significa juntos). El segundo es un isómero E (inicial de la palabra alemana *entgegen* que significa opuesto). Las letras Z y E se escriben entre paréntesis separadas por guiones del nombre del compuesto.

#### ACTIVIDAD DE REFUERZO # 6.

Escriba la fórmula estructural del compuesto (E)-1-cloro-2-metil-1-buteno y del compuesto (Z)-1-cloro-2-metil-1-buteno.

