

## GUÍA DE ESTUDIO ELECTIVO DE QUÍMICA

### Tercero Medio

Nombre:

Contenidos:

) REACTIVIDAD DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS Y ESTEREOQUÍMICA

Objetivo:

) Distinguir y explicar la formación de los distintos compuestos químicos orgánicos mediante transformaciones químicas y sus impactos ambientales y tecnológicos.

Instrucciones:

) Lee atentamente cada párrafo y luego contesta cada pregunta de la manera más completa posible.

### *Estereoquímica e isomería en compuestos orgánicos*

Observa atentamente la siguiente imagen:

¿Qué relación existe entre el título y la imagen observada?

Explica:

---

---

---

---

---

---

---



Si tu cara representara una molécula y la nariz fuera la molécula central, ¿variaría la posición de la nariz de la imagen real y la imagen reflejada en el espejo? Explica.

---

---

---

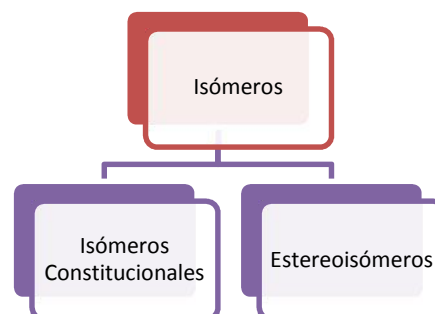
---

---

---

---

Como ya se ha estudiado, el carbono con su tetravalencia es capaz de formar una gran cantidad y diversidad de compuestos. Pero ¿cuál es la estructura que estos presentan?, ¿cómo es posible que dos compuestos con la misma fórmula global tuvieran propiedades tan distintas? La respuesta llegó a mediados del siglo XIX con la descripción de los isómeros. Los isómeros son compuestos que presentando el mismo número de átomos de cada clase en una molécula, tienen propiedades distintas. Estos pueden clasificarse como:



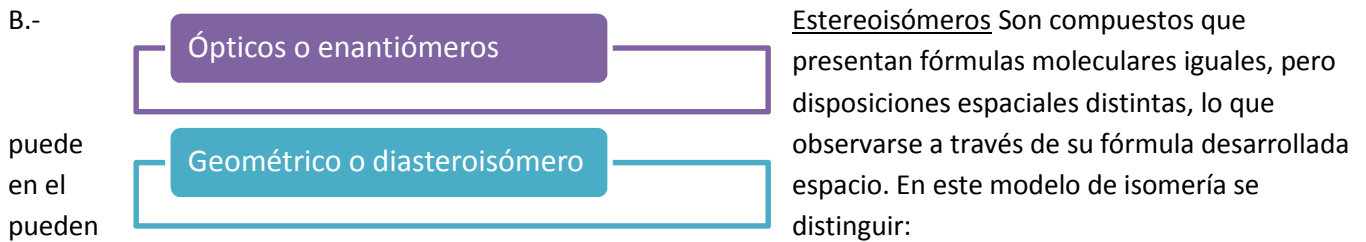
De cadena

De posición

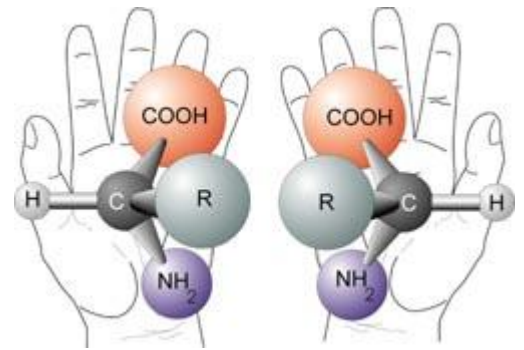
De función

A.- Isómeros constitucionales Corresponden a aquellos compuestos que teniendo la misma cantidad de átomos,

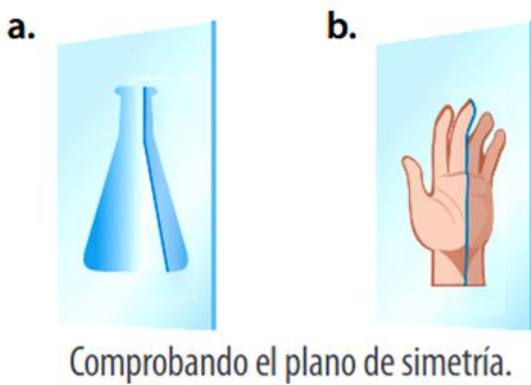
se encuentran unidos de diferente forma, y solo presentan fórmula desarrollada en el plano, lo cual explica las diferencias estructurales. Se distinguen los siguientes tipos:



**Estereoisómero óptico o enantiómero** Se denomina enantiómeros a las moléculas que guardan entre sí una relación objeto-imagen especular, pero que no son superponibles el objeto y su imagen. Así, cuando los átomos o grupos de átomos que se unen al carbono son todos diferentes, se dice que es un carbono quiral. El término quiral deriva de la palabra griega cheir, que significa “mano”. La quiralidad hace referencia a la mano izquierda y a la mano derecha de una persona, que son imágenes reflejadas en un espejo una de otra (imagen especular), pero que no pueden superponerse, es decir, son diferentes. ¿Recuerdas las preguntas iniciales?, ¿qué puedes decir al respecto ahora con tus nuevos conocimientos? La figura presentada a continuación es un ejemplo de este tipo de isómero.



¿Cómo se puede determinar si una molécula es quiral o no?

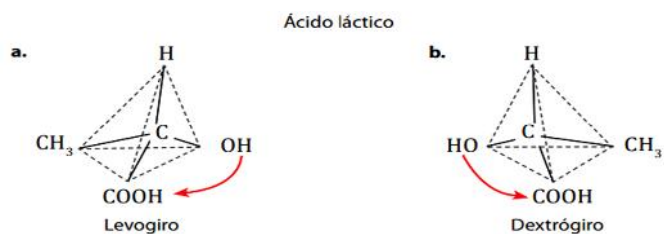


Una molécula no es quiral si contiene un plano de simetría. Por ejemplo, un matraz Erlenmeyer tiene un plano de simetría, es decir, si se corta se corta en forma vertical, una sería la imagen especular de la otra. Sin embargo, una mano no tiene plano de simetría, una mitad no es la imagen especular de la otra como se señala en la figura.

El estudio de la estereoquímica tuvo sus orígenes en los trabajos de Jean Baptiste Biot, quien investigó la naturaleza de la luz polarizada en un plano. Un haz de luz está formado por ondas electromagnéticas que oscilan en una cantidad

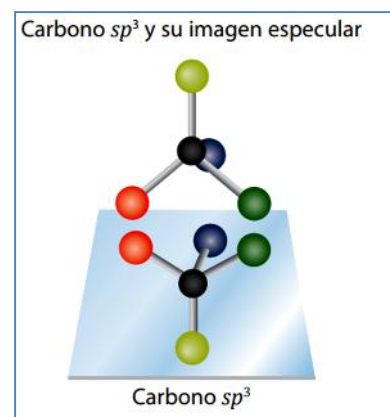
infinita de planos y las direcciones forman ángulo recto con la dirección de propagación de la luz. Sin embargo, cuando un haz de luz pasa por un dispositivo llamado polarizador, solo lo atraviesan las ondas luminosas que oscilan en un plano, de ahí el nombre de luz polarizada en un plano. Las ondas luminosas en los demás planos son detenidas. Biot hizo la notable observación que cuando un haz de luz polarizada en un plano atraviesa una solución de ciertas moléculas orgánicas, como azúcar y el alcanfor, el plano de polarización gira. No todas las sustancias orgánicas tienen esta propiedad, pero las que la presentan se llaman ópticamente activas.

Se puede medir la cantidad de rotación con un instrumento denominado polarímetro. Además de determinar el grado de rotación, también se puede conocer la dirección cuando una molécula ópticamente activa hace girar la luz polarizada. Los enantiómeros se denominan también isómeros ópticos debido a que al ser sometidos a luz polarizada en un plano, girarán a la derecha o dextrógiro (+) y otro girará a la izquierda o levógiro (-). Un ejemplo es el comportamiento del ácido láctico, expuesto a la luz polarizada, como se observa:



## Designación de la configuración: sistema R y S

El tipo de estereoisomería más interesante es el que da lugar a la actividad óptica. A principios de siglo XIX, Biot señaló que algunas sustancias orgánicas de origen natural poseían la propiedad de girar el plano de la luz polarizada. Este fenómeno consiguió explicarse cuando los químicos comenzaron a considerar la disposición tridimensional de las moléculas en el espacio y la configuración tetraédrica del átomo de carbono. Las propiedades geométricas de un carbono con hibridación  $sp^3$  hacen que, en el caso de que esté unido a cuatro átomos o grupos de átomos diferentes, la molécula no tenga plano de simetría y que existan dos maneras diferentes de ordenar a los cuatro átomos o grupos de átomos. Estas dos ordenaciones o configuraciones generan dos formas isoméricas denominadas enantiómeros, que son imágenes especulares entre sí, pero que no son superponibles, como lo recordarás. Cuando esto ocurre se dice que la molécula es quiral y ópticamente activa, puesto que es capaz de desviar el plano de la luz polarizada. Dos enantiómeros desvían el plano de la luz polarizada en la misma magnitud, pero en sentidos opuestos. Al carbono con hibridación  $sp^3$  que está unido a cuatro átomos o grupos de átomos diferentes se le denomina estereocentro o centro estereogénico. En la siguiente figura se dibuja un compuesto de carbono con hibridación  $sp^3$  unido a cuatro grupos diferentes, representados por cuatro colores distintos. El reflejo de esta estructura genera su enantiómero:



La quiralidad no es una propiedad exclusiva de las moléculas orgánicas que contienen estereocentros. En la vida diaria se pueden encontrar objetos quirales, y por tanto no superponibles con su imagen especular, como la mano derecha y la mano izquierda, el pie derecho y el izquierdo, el zapato derecho y el izquierdo, etc.

### ¿Pero cómo nombrar a estas moléculas orgánicas?

El sistema más aceptado para denominar la configuración de un centro estereogénico es la convención de Cahn, Ingold y Prelog, que asigna una letra R o S a cada centro estereogénico de una molécula quiral.

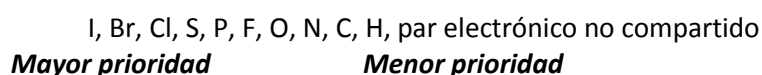
Las reglas que hay que seguir para asignar una configuración R o S son las siguientes:

#### **Paso 1: Clasificación de los sustituyentes por prioridad**

*El primer paso involucra la clasificación de diversos átomos o grupos de átomos en orden de prioridad.*

Si examinamos los cuatro átomos fijos directamente al centro de quiralidad y asignamos las prioridades en orden creciente del número atómico, tendremos que a mayor número atómico, mayor es la prioridad.

Esto proporciona el siguiente orden de prioridad decreciente:



#### **Paso 2: Clasificación por prioridad de grupos de átomos**

Si no es posible jerarquizar mediante la regla 1, se comparan los números atómicos de los segundos átomos de cada sustituyente y se continúa con el tercero o cuarto átomo hasta llegar a la primera diferencia. Por ejemplo:

Comparemos el etil ( $-CH_2-CH_3$ ) con la molécula de clorometano ( $CH_3-Cl$ ). Ambos poseen carbono y por lo tanto son idénticos, de manera que regresamos a los átomos de ( $-Cl$ ) y ( $-CH_3$ ). El cloro en el ( $CH_3-Cl$ ) tiene un número atómico mayor que el carbono en el ( $-CH_2-CH_3$ ), por lo que presenta mayor prioridad el ( $CH_3-Cl$ )

Un número atómico mayor siempre toma la delantera al determinar la prioridad, aun cuando pueden unirse números diferentes de sustituyentes.

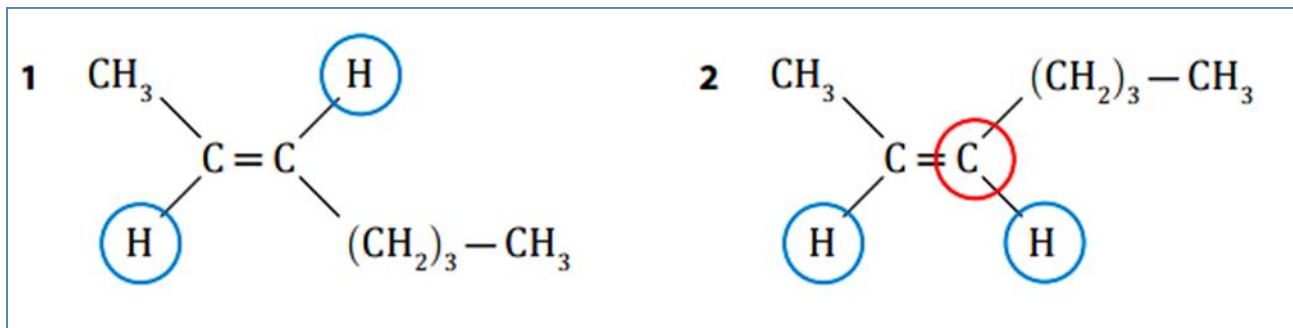
### Paso 3: Designación R y S con base en las prioridades

La estructura tridimensional de la molécula se debe visualizar de manera que el grupo de mínima prioridad esté lo más lejos posible de la vista del observador. Entonces, se observa el orden de los átomos o grupo de átomos restantes dirigidos hacia nosotros, y se designa la configuración con base en las prioridades relativas de estos átomos o grupo de átomos. La configuración R existe cuando la secuencia de los otros tres grupos (en orden decreciente de prioridad) es vista como si estuviera en el sentido de las manecillas del reloj (derecha); la letra R se refiere a la palabra latina *rectus* que significa derecha.

La configuración S existe cuando la secuencia obtenida es considerada como de sentido contrario a las manecillas del reloj (izquierda). La letra S se refiere a la palabra latina *sinister* que significa izquierda.

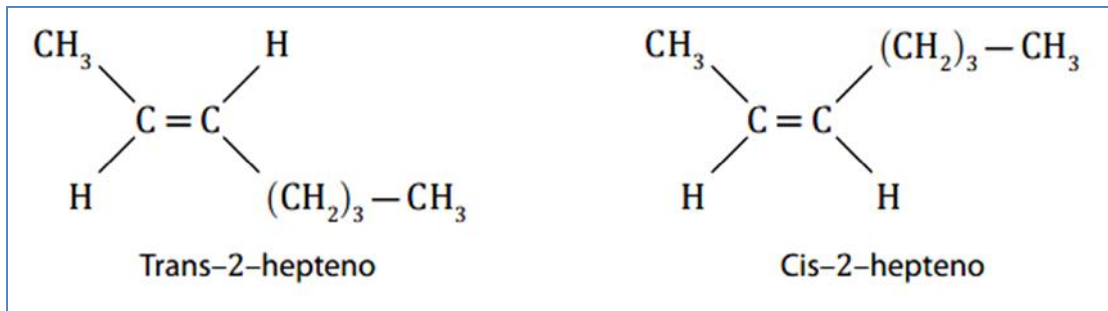
### Estereoisómero geométrico o diastereoisómero

Se denomina así a los estereoisómeros con doble enlace que, entre sí, no guardan relación objeto–imagen, presentando diferencias solo en la disposición de sus átomos en el espacio. Por ejemplo, observa las siguientes moléculas:



Si ambas moléculas obedecen a la fórmula ( $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ) y corresponden al 2-hepteno, ¿qué se podría hacer espacialmente para que sean idénticas? ¿Se podría girar el carbono encerrado en el círculo rojo para que sean iguales? Puede parecer esta una medida apropiada, pero la rotación alrededor del doble enlace es restringida, dando origen a los isómeros geométricos. Cuando los grupos iguales (átomos de H en este ejemplo) están en partes opuestas de los átomos de C unidos por el doble enlace, el isómero se denomina **trans**, y cuando los grupos están en la misma zona espacial, se llama **cis**.

Aplicando esta denominación al ejemplo anterior, se obtiene:



Existen compuestos que tienen más de un doble enlace en su estructura. Este hecho provoca que el compuesto presente estructuras combinadas cis-trans, cis-cis, trans-trans.

Lee y analiza el siguiente ejemplo:

Observa atentamente la siguiente fórmula orgánica del

**3,5-decadieno**

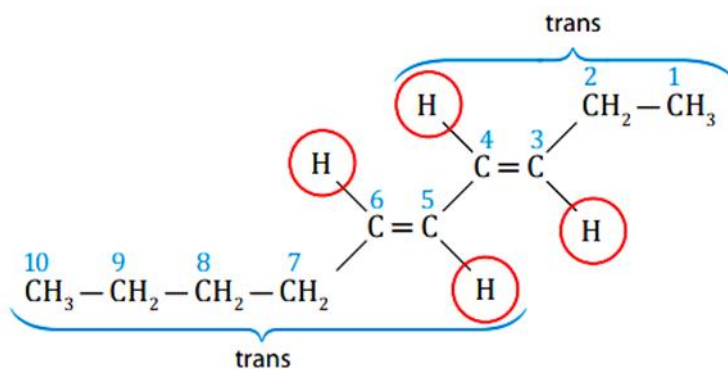
Predice en qué estructura presentará cis o trans.

**Paso 1.**

Lo primero que se debe realizar es escribir la fórmula desarrollada de dicho compuesto, el cual está formado por diez átomos de carbono y enlaces dobles en la posición 3 y 5.

**Paso 2.**

Escribimos la fórmula, por lo tanto, la cadena tiene la siguiente forma:



**Paso 3.**

En la fórmula se observan dos enlaces dobles (dieno) en los carbonos 3 y 5. El nombre de la cadena es:

**trans-3,5-decadieno**

1.-¿Cómo sería la estructura de la cadena para el trans-trans-3,5-decadieno?

2.-Predice que estructura cis o trans, presentan las siguientes sustancias, escríbelos y explica el porqué de tu respuesta.

1,2-dicloroeteno

1,1-dibromoeteno

2,5-dimetil-3-hexeno