

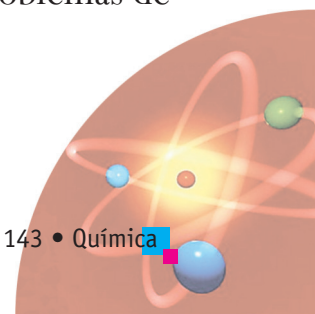
GUÍA 4

ISOMERÍA



INDICADORES DE LOGROS

- Reconoce las clases de isomería y las distingue en modelos de estructuras carbonadas que representan moléculas de diferentes compuestos químicos.
- Establece diferencias entre los isómeros espaciales, conformacionales y configuracionales.
- Clasifica los isómeros ópticos atendiendo a sus configuraciones y la capacidad de rotación específica del plano de la luz polarizada.
- Soluciona ejercicios y explica el proceso de solución partiendo del método científico.
- Manifiesta curiosidad intelectual (**CREATIVIDAD**)
- Combina, elige y extrapola la información que posea para resolver problemas de su vida cotidiana.
- Demuestra empatía hacia las ideas diferentes a las suyas.
- Posee capacidad de análisis y síntesis.



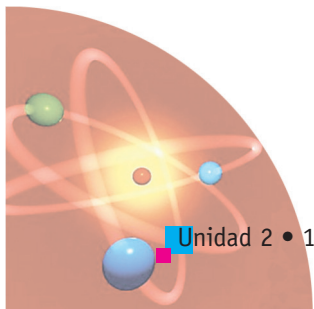


ATENCIÓN

Compañeros: Para la comprensión de los contenidos presentados en la siguiente guía, se requieren algunos elementos que se utilizarán en el desarrollo de las diversas actividades programadas; se sugiere tenerlas a disposición en el C.R.A de Ciencias Naturales en el momento de su utilización.

Los materiales son los siguientes:

- Juego de modelos de átomos contruidos en icopor.
- Espejo grande.
- Colores
- Compás
- Regla
- Ácido fumárico
- Ácido málico
- Espátulas
- Agua destilada
- Pipetas
- Agitadores de vidrio.
- Enciclopedia ENCARTA 2005





La siguiente información corresponde a la competencia laboral desarrollada en el transcurso de esta guía. Por subgrupos de trabajo leemos, interpretamos y discutimos el texto. Por último escribimos en nuestro cuaderno un cuadro sinóptico que sintetice la información. Discutimos con el profesor nuestro trabajo.

CREATIVIDAD: REINGENIERÍA DEL PENSAMIENTO

El acelerado desarrollo del mundo exige personas que con su creatividad construyan el éxito personal.

La creatividad es fundamental en los procesos de formación del ser humano, ya sea político, social, cultural, tecnológico o económico. Es la disposición para descubrir, crear, idear, por esto se reconoce como la reingeniería del pensamiento.

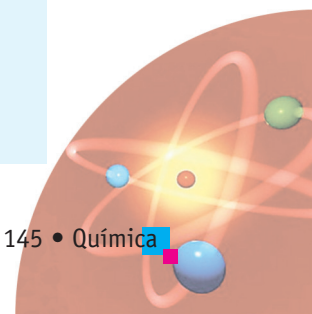
El hecho de cambiar nuestra forma tradicional de pensar y analizar, nos lleva a la innovación creativa, a modificar.

En el ámbito de empresa, el pensamiento empresarial debe ser práctico y constructivo.

Pensar creativamente forma parte de la cultura organizacional que permite optimizar procesos grupales, incrementándose el nivel de satisfacción de los clientes y la productividad.

Sin embargo, la creatividad no es accidental, es un proceso mental desarrollado a través de una serie de etapas que se relacionan a continuación:

- **Cuestionamiento:** Es la inquietud intelectual, la curiosidad, la necesidad de resolver preguntas problema, el rediseño de productos.
- **Reunión de información:** identificada la inquietud, se recopila la información y las experiencias vitales, sin censura ni juicio, los conceptos que surgen, se convierten en materia prima para el trabajo de la mente.
- **Incubación:** Es la etapa de procesamiento inconsciente.



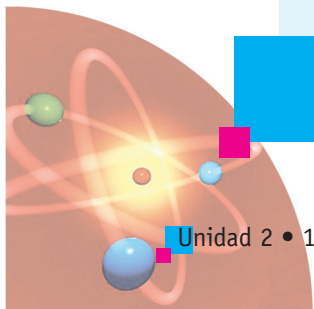


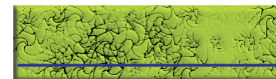
- **Iluminación:** Etapa donde se encuentran las soluciones a lo planteado, comúnmente es “encender la lámpara”.
- **Elaboración:** Es llevar la idea a la realidad, mediante simulaciones, pruebas piloto, ensayos de laboratorio y demás.
- **Comunicación:** Corresponde al reconocimiento de la comunidad.

Existe una relación sinérgica entre sentimientos y creatividad, pues no es posible involucrarse en un proceso creativo sin que le apasione lo que va a crear en el plano de su trabajo o su vida personal, y que se expresa en la autorrealización.

La creatividad también presenta una serie de obstáculos subjetivos que es necesario conocer:

- **Orden excesivo:** Hacer las cosas de acuerdo con un plan, la creatividad deja de existir.
- **Desconocimiento del juego como herramienta creativa:** los creativos deben jugar con cosas, ideas, personas, objetos; quienes no lo hacen, rara vez ofrecen algo nuevo.
- **Sólo vemos las cosas como son:** Dejamos de verlas como podrían ser.
- **Miedo al riesgo:** El temor al fracaso, impide arriesgarse.
- **Temor a ejercer influencia:** Casi todos creemos que la mayoría siempre tiene la razón, pero a menudo se equivocan haciendo las cosas de cierta manera así existan otras posibilidades mejores.
- **Mucha certeza:** mientras más segura esté la persona de saber algo, menos posibilidades nuevas busca.





CADA SUSTANCIA TIENE SU ESTRUCTURA ESPACIAL; UNA SIMPLE MODIFICACIÓN EN ELLA CAMBIA LAS PROPIEDADES Y POR ENDE LA SUSTANCIA

Desarrollamos las siguientes actividades por subgrupos de trabajo, analizamos resultados ; escribimos en el cuaderno una síntesis de cada actividad y los resultados finales de ellas. Compartimos nuestro trabajo con el profesor para reforzar aquellos conceptos que sean necesarios.

- a. Utilizando los modelos moleculares de icopor, construimos la siguiente molécula, la dibujamos en el cuaderno y la coloreamos; por último, respondemos:¿De cuántas formas puedo organizar los átomos de esta estructura molecular?



- b. Construyo la molécula de CH_3Cl , luego la coloco frente a un espejo y observo detenidamente su imagen comparándola con el modelo real.

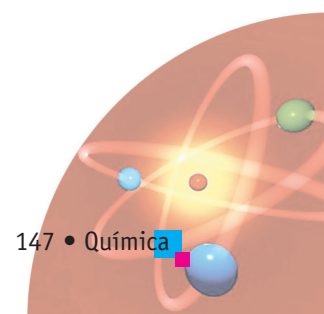
Respondo: ¿Son iguales ambos modelos? Explico y escribo mi respuesta en el cuaderno; confronto mi punto de vista con los de mis compañeros de subgrupo.

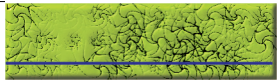
Ideo y construyo un modelo donde se cumpla afirmativamente el interrogante propuesto.

- c. Utilizando los modelos de icopor y palillos, diseñamos y construimos las posibles estructuras para la molécula compuesta por 6 átomos de carbono y 14 átomos de hidrógeno, ¿Cuál es la fórmula molecular de este compuesto? Dibujamos los modelos propuestos y los coloreamos de acuerdo con el código de colores utilizado en cada átomo en los modelos que fabricamos.

Respondemos:

1. ¿Cuántas estructuras se forman?
2. ¿Son todas diferentes o existen algunas iguales?





Argumentamos nuestras respuestas y las discutimos con el profesor.

- d. Si disponemos de muestras de carbohidratos que se encuentran almacenados en el laboratorio (reactivo almacén), pedimos al profesor que nos facilite algunos de ellos; verificamos en la etiqueta la forma como están nombrados.

Proponemos alguna explicación para estos nombres.

De no disponer de este recurso, buscamos en algún texto de Química orgánica del bibliobanco algunos nombres de carbohidratos y desarrollamos la actividad.

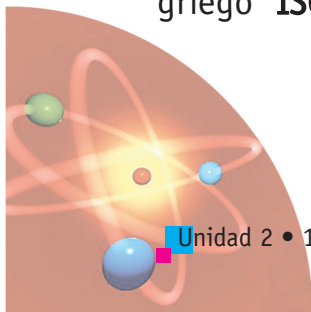
Finalizadas todas las actividades propuestas, con base en las respuestas dadas intercambiamos ideas con los compañeros del curso y el profesor buscando corregir, afianzar, profundizar conceptos y dar claridad a las inquietudes que surjan.

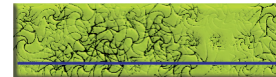


LA ISOMERÍA SEMEJA AL JUEGO DEL TAMGRAN: EL ORDEN DE LAS FIGURAS GENERA DIVERSAS ESTRUCTURAS

Los contenidos que a continuación se presentan deben ser analizados con los compañeros de subgrupo, buscando la comprensión de los conceptos dados, reforzados y aplicados a partir de las diferentes actividades propuestas que se deben realizar de acuerdo con las instrucciones que se indican. Terminada la lectura, su comprensión y realizadas las actividades, compartimos nuestro aprendizaje con el profesor, con el propósito de reforzar, aclarar, discutir, proponer o profundizar los temas dados en la guía.

Es común en química orgánica, encontrar compuestos que presentan idéntica fórmula molecular pero que al revisar detalladamente, su estructura o fórmula estructural resultan siendo diferentes. Este fenómeno se conoce con el nombre de isomería, del griego **ISOS** que significa igual y **MEROS** que significa partes.





Los isómeros además de su diferencia estructural, también se diferencian en sus propiedades físicas y químicas.

¡COMPROBÉMOSLO!

Utilizando los modelos moleculares, cada subgrupo de trabajo idea y construye tridimensionalmente dos moléculas que cumplan con la fórmula molecular C_3H_6O , teniendo en cuenta las valencias respectivas para cada átomo (carbono, cuatro; oxígeno, dos y el hidrógeno, una).

Cuando los hayan construido, hacen una comparación entre ambos modelos y consultan en algún texto de química orgánica o cualquier otro medio disponible, las propiedades físicas y químicas de cada uno de ellos.

En el cuaderno, escribimos la fórmula molecular, dibujamos los modelos y diseñamos una tabla donde se escriben las propiedades consultadas.

Recurrimos a la asesoría del profesor en caso de ser necesario. Finalizamos la actividad haciendo una socialización con los demás subgrupos de trabajo del aula.

LA ISOMERÍA SE PRESENTA DE DIFERENTES FORMAS...

En esencia, la isomería se puede clasificar en dos grupos representativos:

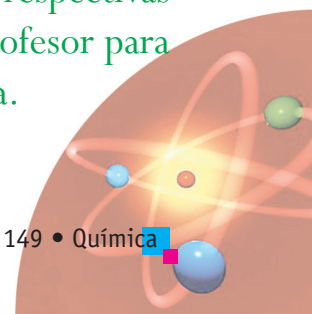
- La isomería estructural
- La isomería espacial o estereo isomería.

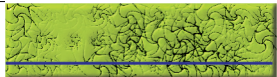
Cada una de ellas agrupa otras clases de isomería; en el caso de la isomería estructural, estudia la isomería de cadena, la isomería de posición y la isomería de grupo funcional.

La isomería espacial estudia la isomería geométrica (cis y trans) y la isomería óptica.

En el cuaderno:

Diseño un esquema conceptual que muestre los tipos de isomería con sus respectivas divisiones. Comparto mi trabajo con los compañeros de subgrupo y el profesor para completar, corregir o afianzar los conocimientos relacionados con el tema.





¿QUÉ ES LA ISOMERÍA ESTRUCTURAL?

Los isómeros estructurales presentan diferencias en la secuencia de unión de los átomos en una molécula, dando origen a estructuras diferentes y por lo tanto, fórmulas estructurales también diferentes, pues al compararlos, se nota que algunos de sus átomos se encuentran ocupando posiciones distintas.

La isomería estructural se puede presentar en los compuestos carbonados de tres formas diferentes:

- **ISOMERÍA ESTRUCTURAL DE CADENA:**

En éste caso, un átomo o grupo de átomos se ubican en posiciones diferentes en la cadena carbonada, por ejemplo:

Nombre del compuesto	Fórmula estructural	Fórmula molecular
n- butano	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	C_4H_{10}
2- metilpropano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	C_4H_{10}

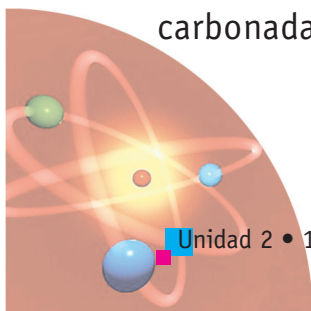
En el cuaderno, realizamos el siguiente ejercicio, colocándole un título adecuado:

Partiendo de la fórmula molecular del C_6H_{14} , diseñamos las estructuras posibles para los isómeros de cadena, cumpliendo siempre con la proporción de átomos expresados en la fórmula molecular y las valencias para cada átomo de la molécula.

Posteriormente, con la coordinación del profesor, cada subgrupo selecciona uno de los isómeros encontrados y lo construye tridimensionalmente utilizando los modelos moleculares de icopor, el cual será socializado ante los demás subgrupos del aula.

- **ISOMERÍA ESTRUCTURAL DE POSICIÓN:**

En éste caso, los compuestos tienen la misma fórmula molecular, funciones químicas idénticas, pero éstas se ubican en posiciones diferentes dentro de la cadena carbonada.



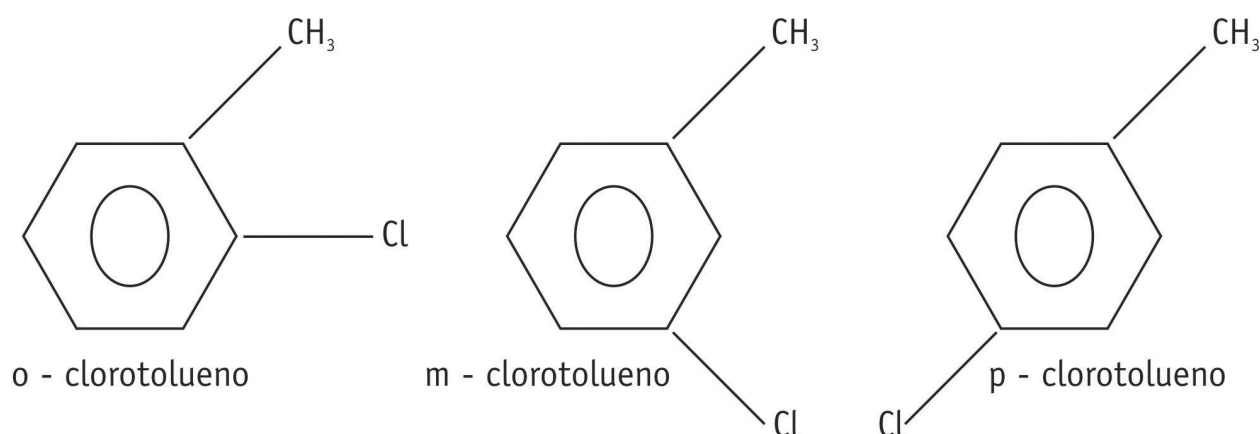


Este tipo de isomería también se observa en el movimiento de los sustituyentes en posiciones diferentes. El siguiente ejemplo nos permite identificar la isomería estructural de posición:

Nombre del compuesto	Fórmula estructural	Fórmula molecular
n- propanol	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
2-propanol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

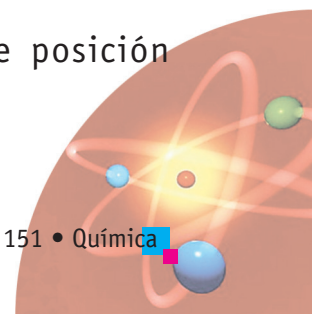
La isomería de posición también se presenta en los compuestos aromáticos como podemos observar en las siguientes estructuras con las posiciones del sustituyente Cloro a través de la molécula.

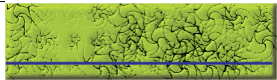
AHORA, ¡A EJERCITAR!



Con los compañeros de subgrupo ponemos a prueba nuestra creatividad. Ideamos sendas estructuras químicas que cumplan con la isomería estructural de posición y de cadena, las escribimos en el cuaderno y las construimos con ayuda de los modelos moleculares en icopor. Comparamos las estructuras obtenidas y respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles de las estructuras son isómeros de posición?
- ¿Cuáles estructuras son isómeros de cadena?
- ¿Cuáles pueden considerarse como isómeros de cadena y de posición simultáneamente?





Compartimos nuestro trabajo con el profesor.

• **ISOMERÍA ESTRUCTURAL DE GRUPO FUNCIONAL:**

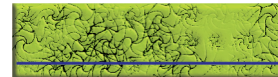
Los compuestos que muestran este tipo de isomería tienen la misma fórmula molecular pero los grupos funcionales son diferentes como podemos observar en las siguientes estructuras químicas de un aldehído y una cetona:

NOMBRE DEL MOLECULAR	COMPUESTO ESTRUCTURAL	FÓRMULA FUNCIÓN	FÓRMULA QUÍMICA
3- pentanona	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	Cetona
Pentanal	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	Aldehído

En el cuaderno, escribimos la siguiente tabla que muestra la **isomería estructural de grupo funcional** complementando los espacios vacíos que aparecen en ella. Al término del ejercicio, compartimos nuestras respuestas con el profesor argumentando las soluciones dadas.

ISOMERÍA DE GRUPO FUNCIONAL

ISÓMEROS		FÓRMULA MOLECULAR	GRUPOS FUNCIONALES
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	Alcohol y éter
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	Aldehído y cetona
$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$		$\text{C}_3\text{H}_5\text{N}$	Amina y nitrilo
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{SH}$	$\text{CH}_3 - \text{S} - \text{CH}_3$		Tiol y sulfuro
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	
		C_5H_{10}	Alqueno y ciclo alcano
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \quad \text{---} \quad \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{HC} = \text{CH} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$		Ciclo alqueno y alquino

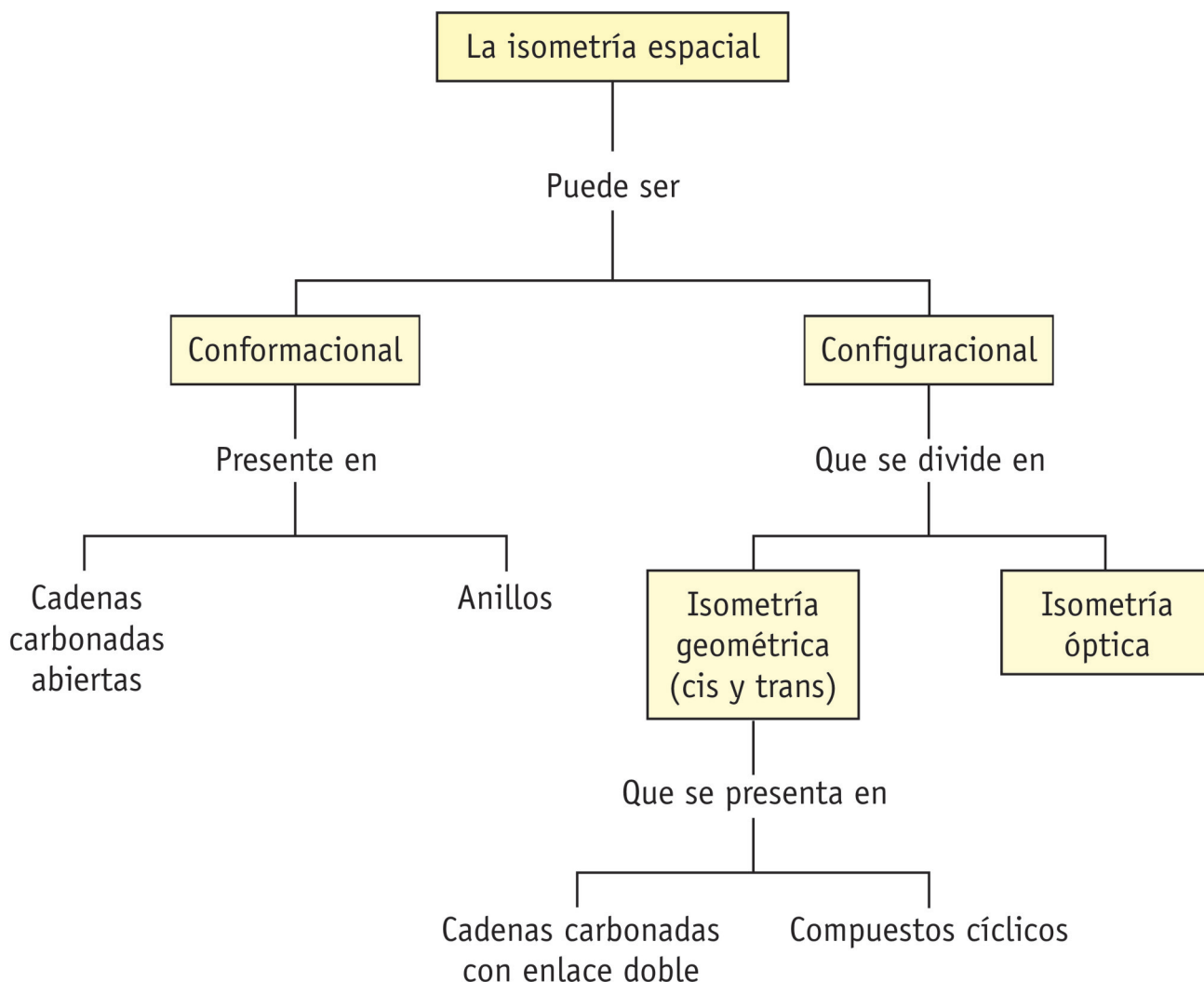


La posición espacial de los átomos en una molécula, también da origen a isómeros...

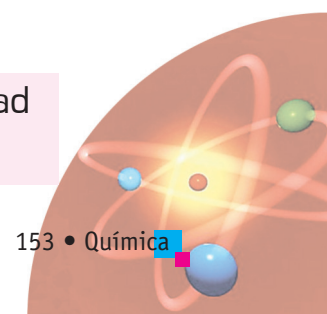
En éste caso, la isomería no puede ser explicada a partir de las fórmulas estructurales en dos dimensiones (en el plano de la hoja), haciéndose necesario analizar las estructuras en su dimensión espacial (tridimensional). Los isómeros así obtenidos reciben el nombre de **estereoisómeros**, palabra proveniente del griego **Estereo** que significa sólido.

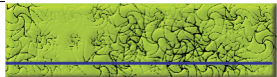
Los estereoisómeros presentan igual estructura pero diferente orientación espacial de sus átomos.

El esquema conceptual presentado a continuación nos ilustra las diferentes clases de isomería espacial. Lo analizo con mis compañeros y lo escribo en el cuaderno.



La stereoquímica se ocupa del estudio de la tridimensionalidad de las moléculas y su comportamiento químico.





Analicemos detenidamente cada una de las clases de isomería espacial:

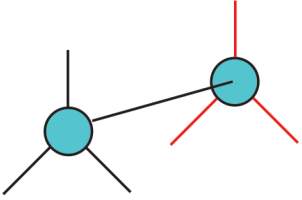
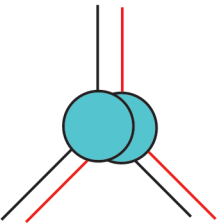
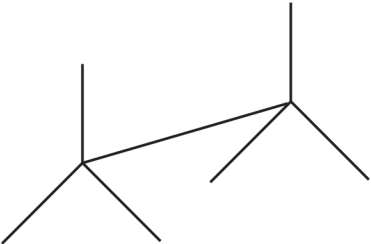
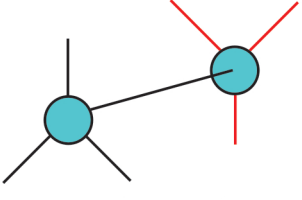
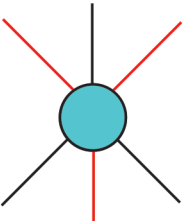
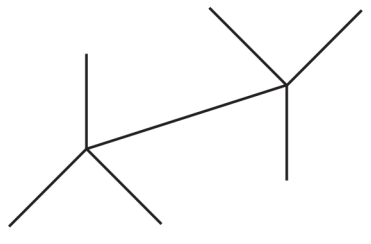
ISOMERÍA ESPACIAL CONFORMACIONAL: LIBRE ROTACIÓN ATÓMICA SOBRE EL ENLACE SIMPLE

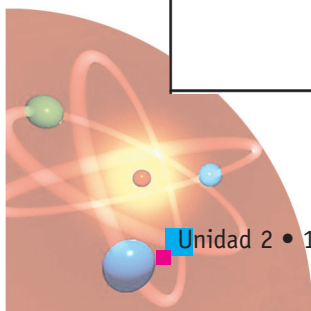
La isomería espacial conformacional se presenta en compuestos carbonados por la libre rotación de los átomos comprometidos en enlaces sencillos, ya sea en cadenas carbonadas abiertas (lineales o ramificadas) o en anillos de seis o más átomos de carbono, en este caso se habla de flexión de los anillos.

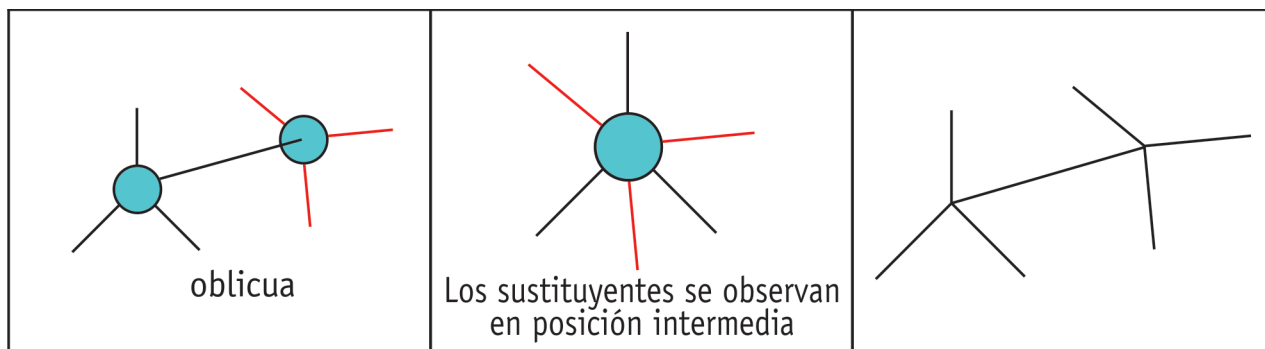
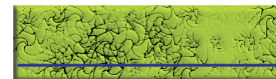
La particularidad de estos isómeros es que permanentemente se están transformando unos en otros por los movimientos alrededor del enlace.

La molécula de etano (C_2H_6) permite demostrar la isomería espacial **conformacional**.

Por subgrupos, construimos la molécula del etano, realizamos las rotaciones de los átomos de carbono como se ilustra a continuación y observamos la posición que ocupan los hidrógenos espacialmente. Compartimos nuestro trabajo con el profesor y escribimos la tabla en el cuaderno.

CONFORMACIÓN	Representación en proyecciones de Newman	Representación en el modelo de caballete
 eclipsada	 Los sustituyentes de ambos carbonos se "superponen"	
 alternada	 Los sustituyentes de ambos carbonos se alternan	



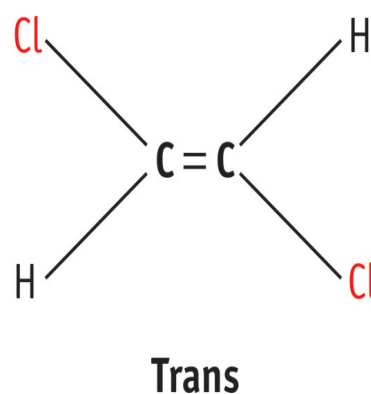
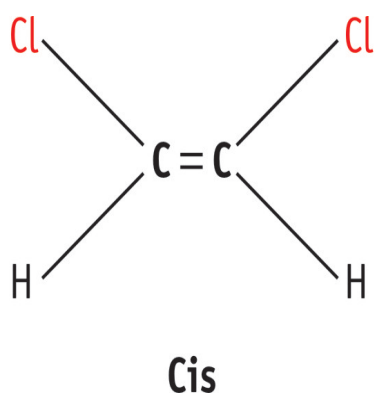


ISOMERÍA CONFIGURACIONAL GEOMÉTRICA:

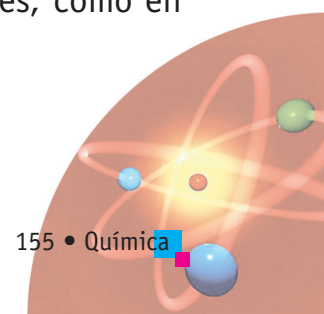
Esta isomería tiene relación con la configuración adaptada por los átomos comprometidos en un enlace debido a las insaturaciones ya sea por enlaces dobles o por tensión en los ciclos, imposibilitando la libre rotación. En este caso se reconocen dos tipos de isómeros: **Cis y Trans** que reciben el nombre de **DIASTEREÓMEROS**.

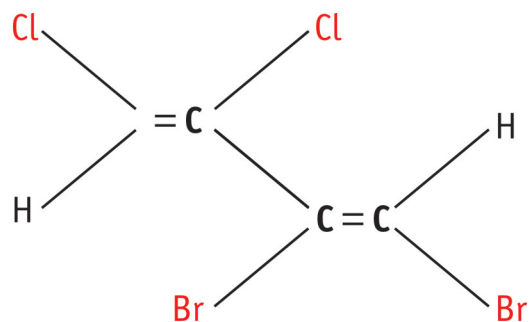
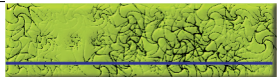
Los isómeros **Cis** se presentan cuando alrededor de un enlace doble o en un anillo, se encuentran sustituyentes iguales, que se orientan al mismo lado del anillo del enlace.

El isómero **Trans**, se tiene cuando esos sustituyentes están situados en lados diferentes.

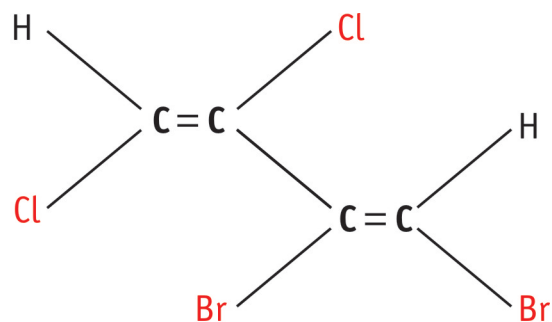


Cuando en una cadena existen varios enlaces dobles en forma alterna, es decir conjugados, la molécula se nombra de acuerdo a cada uno de esos enlaces, como en el siguiente caso:



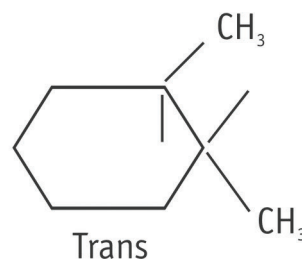
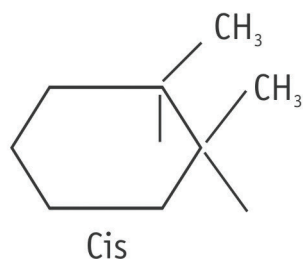
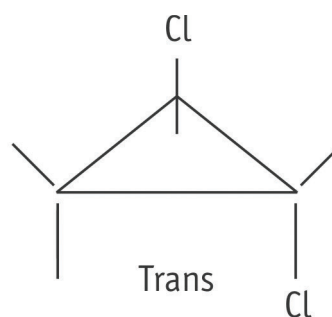
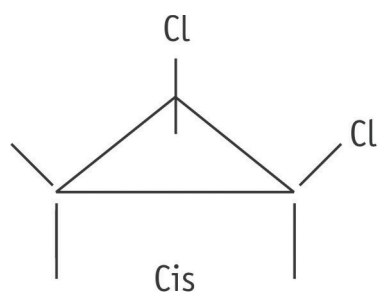


Cis - Cis

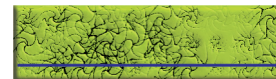


Trans - Cis

Tal como se dijo anteriormente, en anillos también se presenta la conformación geométrica, en este caso, las estructuras son rígidas y esta propiedad va disminuyendo a medida que aumenta el número de carbonos en la estructura. Estas configuraciones se presentan cuando en el anillo todos los enlaces son simples, en dos vértices existe un sustituyente común y el otro sustituyente diferente.



La isomería es evidente, pues el $-CH_3$ no puede rotar por el centro del anillo por la tensión existente en él.



Aunque los isómeros cis y trans son muy similares, sus propiedades físicas y químicas muestran grandes diferencias.

Respondo en el cuaderno el siguiente cuestionario cuyas respuestas compartiré con los compañeros de grupo y el profesor:

- ¿Qué diferencia existe entre la isomería conformacional y configuracional?
- ¿Tiene validez la siguiente afirmación? “Los isómeros configuracionales del 1,2- dicloroetano corresponden a un mismo compuesto” Argumento mi respuesta.
- Escribo los isómeros geométricos para una estructura de cadena lineal y una estructura de anillo.
- Establezco un cuadro comparativo de semejanzas y diferencias entre los isómeros geométricos configuracionales de una sustancia.

¡EXPERIMENTEMOS!

RETO A NUESTRA CREATIVIDAD...

He aquí el siguiente problema:

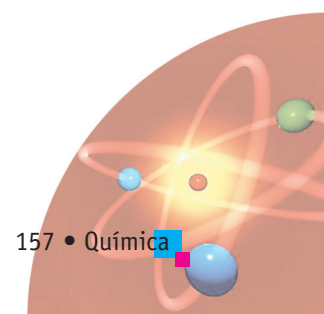
Tenemos dos ácidos orgánicos, **el fumárico y el málico**, ambos son isómeros geométricos configuracionales. Con esta información hacemos la siguiente actividad:

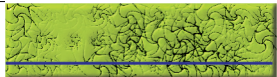
Aplicando las etapas del método científico, cada subgrupo de trabajo, diseña una práctica de laboratorio que permita demostrar la isomería geométrica que poseen.

Desarrollan la experiencia planeada, escriben los resultados y las conclusiones finales. Como ayuda, tengan en cuenta la definición de isómero.

Discutimos con el profesor el diseño de la práctica y recurrimos a su asesoría en caso de requerirlo.

Continuemos el análisis de la lectura...





ISOMERÍA ÓPTICA: EFECTO DE LA LUZ POLARIZADA SOBRE LAS SUSTANCIAS

Los isómeros ópticos, poseen esqueletos carbonados de cadena o de anillo con los mismos grupos sustituyentes.

Dos sustancias que se clasifiquen como isómeros ópticos, pueden tener propiedades físicas idénticas como punto de fusión, punto de ebullición, solubilidad en ciertos disolventes. Su diferencia radica en la forma como reaccionan al plano de la luz polarizada.

La isomería óptica ha sido de gran utilidad, pues gracias a ella se han podido conocer muchas propiedades de los carbohidratos y proteínas, constituidas por muchas unidades, cada una de las cuales se comporta como un isómero óptico porque presenta rotación óptica.

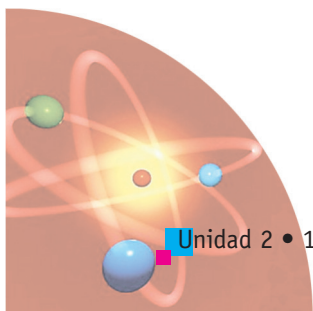
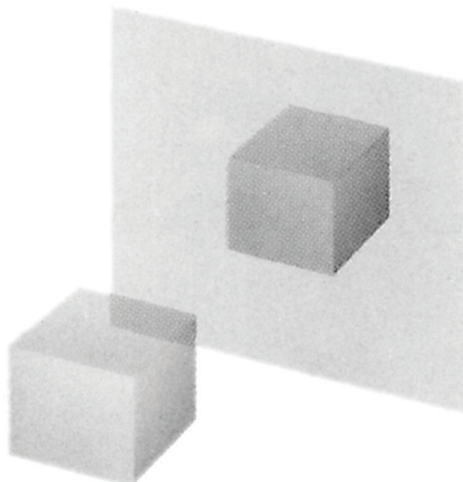
SIMETRÍA O DISIMETRÍA, ¿HE AHÍ EL PROBLEMA!

La estereoquímica o química tridimensional, estudia las propiedades de las moléculas relacionadas con la posición espacial de los grupos sustituyentes.

Como todo objeto tridimensional, las moléculas pueden ser **simétricas o disimétricas**.

Una molécula será **simétrica** si se puede superponer con su imagen en el espejo.

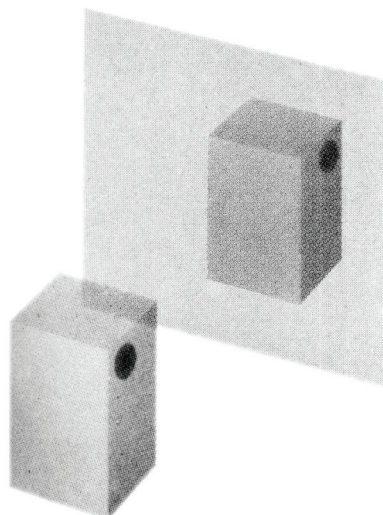
Una forma de conocer la simetría, consiste en observar un cubo y su imagen especular. Tanto el objeto como la imagen son superponibles.





Ahora, si a una caja rectangular, le pintamos una marca y observamos al espejo, su imagen especular no coincide con el objeto, pues no hay forma de lograr la coincidencia de las marcas. Se dice entonces que la caja es **disimétrica**.

Una molécula **disimétrica** no puede superponerse con su imagen en el espejo.



QUIRALIDAD Y ENANTIÓMEROS

Los objetos disimétricos se caracterizan por su quiralidad.

Y **¿Qué es quiralidad? ¿Cuándo una molécula es quiral?**

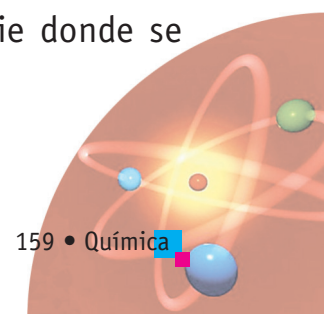
Para responder estas preguntas hagamos un sencillo ejercicio:

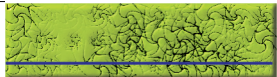
Utilizando un par de guantes, colocamos en cada mano el respectivo, ahora tratamos de colocar el guante derecho en la mano izquierda y viceversa. ¿Qué sucede?

A continuación, repetimos el mismo ejercicio pero utilizando un par de calcetines en los pies. ¿Existe alguna diferencia en ambos casos?

En el caso de los guantes, a cada mano corresponde un guante y no se puede colocar indistintamente. Se dice que los guantes son quirales pues no son superponibles.

Caso contrario sucede con los calcetines pues es indiferente en el pie donde se calcen, es decir, son **quirales**.





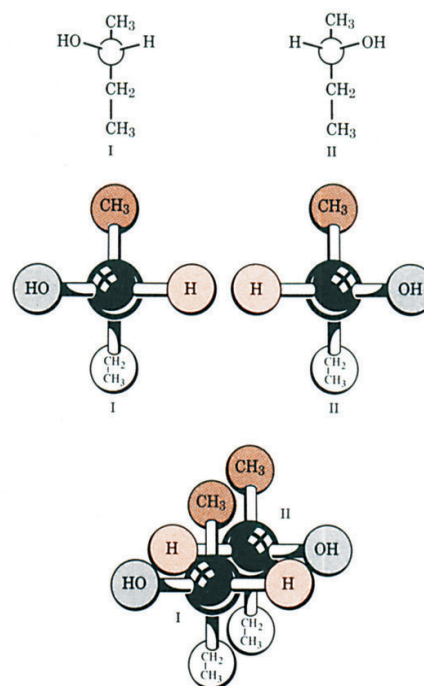
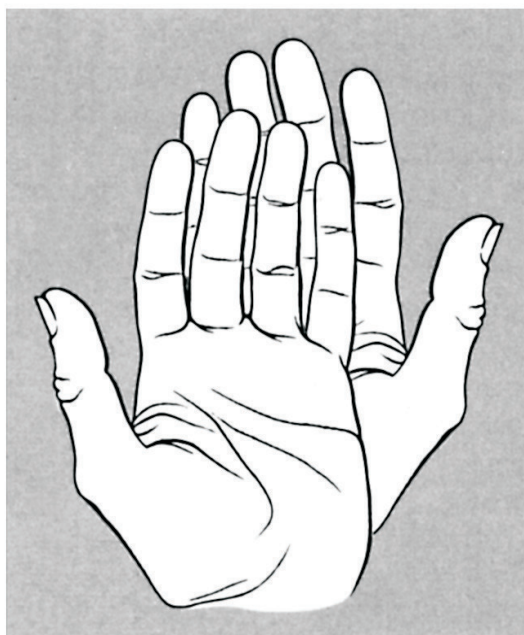
Muchos objetos son quirales como los guantes, por ejemplo la rosca de un tornillo, un palo de golf, un resorte, una broca y muchos ejemplos más.

Las moléculas pueden también **ser quirales o aquirales**. La palabra quiral, proviene del griego $\chi\epsilon\iota\rho$ (cheir = mano); molécula quiral significa entonces que presenta la propiedad que experimentan las manos, es decir, **2 moléculas quirales no son superponibles**.

Las moléculas aquirales no presentan esta propiedad, ya que pueden superponerse.

¿CÓMO PODEMOS PROBAR SI UNA MOLÉCULA ES QUIRAL O AQUIRAL?

Basta comparar la molécula y su imagen especular. Si no hay superposición la molécula es **quiral**, en **caso contrario** se clasifica como molécula **aquiral**.



Muchas moléculas orgánicas son disimétricas por lo tanto tienen quiralidad.

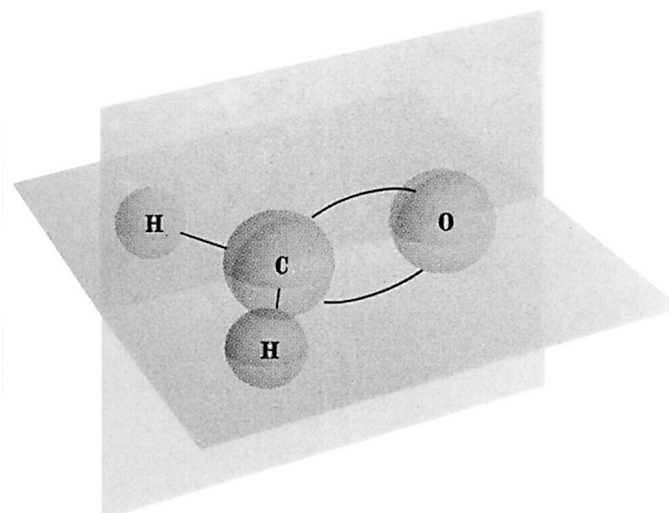
¿CUÁL ES EL ELEMENTO BÁSICO DE LA SIMETRÍA?

El elemento más simple que confiere simetría a una molécula, es el **PLANO DE SIMETRÍA** o también plano especular.

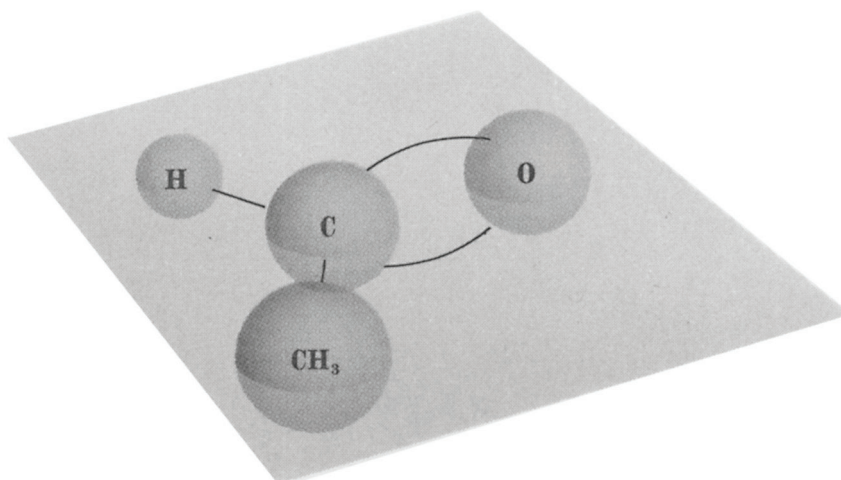
Este plano bisecta la molécula en mitades que son reflexiones especulares exactas entre sí. Veamos algunos ejemplos:



La molécula de aldehído fórmico presenta 2 planos de simetría.



El acetaldehído, posee un solo plano de simetría:

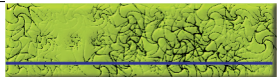


Cualquier molécula con plano de simetría es aquiral, es decir, superponible con su imagen especular.

CARBONOS ASIMÉTRICOS O ESTEREOGÉNICOS

El tipo más común de disimetría encontrado en compuestos orgánicos se asocia al átomo de carbono **asimétrico**, **estereogénico** o también llamado **centro asimétrico** o **centro estereogénico**.





Un átomo de carbono es asimétrico o estereogénico cuando los **cuatro sustituyentes que presenta sean diferentes.**

A este tipo de carbonos se les llama centros estereogénicos porque dan origen a los **estereoisómeros.**

¡EJERCITEMOS CREATIVAMENTE!

Con los compañeros de subgrupo, construimos los modelos moleculares de las siguientes sustancias: **CH₄, CH₃Cl, CH₂BrCl, CHBrClF**

Discutimos cuáles de esas moléculas presentan planos de simetría y con base en esta observación las clasificamos en quirales o aquirales. ¿Existirá otra forma de hacer esta clasificación? Discutimos las opiniones dadas al respecto.

Complementamos nuestro trabajo, construyendo las imágenes especulares de estos compuestos y tratamos de superponerlas con las moléculas originales.

Identificamos en cual estructura encontramos centros estereogénicos.

Identificamos cuales de los modelos son estereoisómeros.

Terminado nuestro trabajo, compartimos las soluciones dadas con el profesor con el fin de aclarar, profundizar, afianzar o corregir los conocimientos adquiridos. Escribimos nuestras respuestas en el cuaderno con los gráficos respectivos.

Continuemos con el análisis de la lectura...

Las sustancias que guardan una relación de imágenes especulares y contienen un centro asimétrico se llaman **ENANTIÓMEROS** o **ANTÍPODAS ÓPTICAS**. Estos son ejemplos de isomería óptica.

¡RETO A LA CREATIVIDAD!

Con los compañeros de subgrupo escribimos los isómeros del 3-metil hexano y los clasificamos de acuerdo con los conceptos teóricos vistos en esta guía.



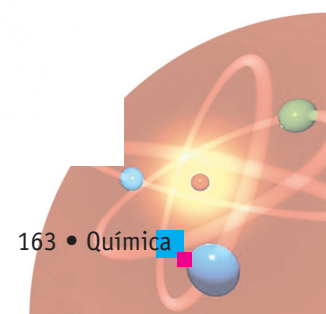
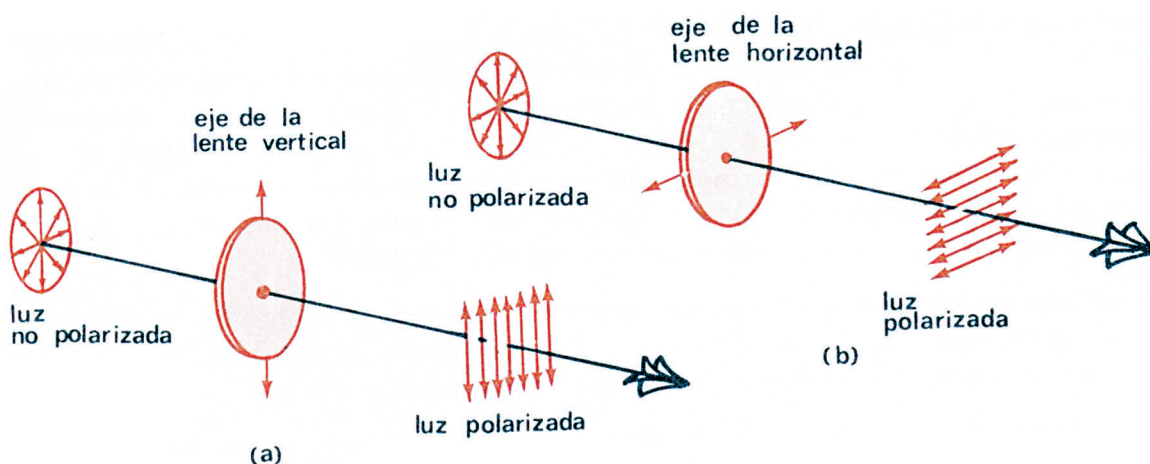
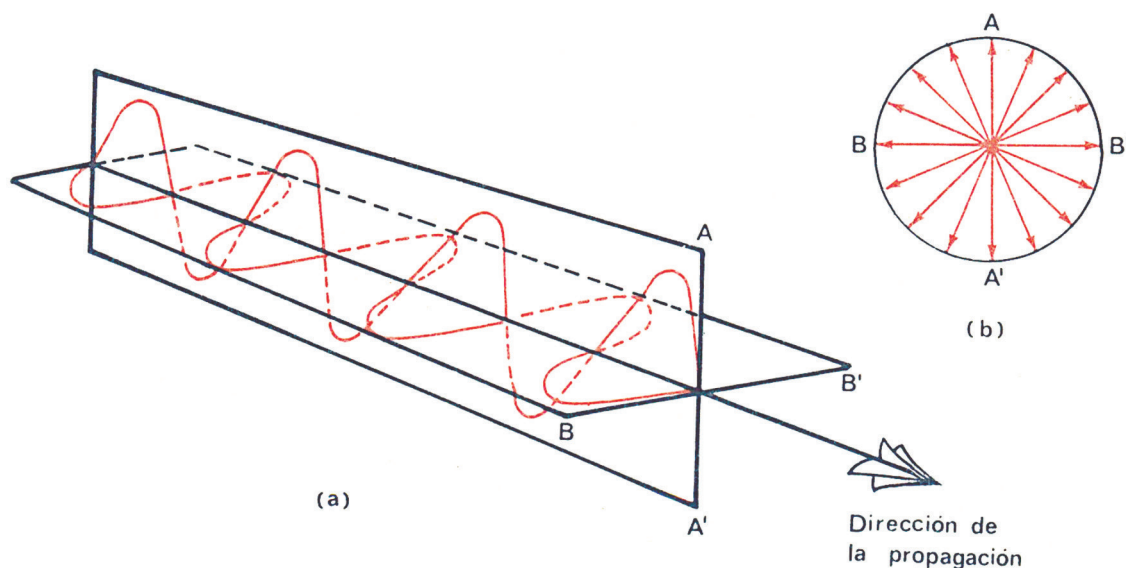
Con ayuda de los modelos moleculares, construimos estos isómeros y comprobamos las respuestas previamente dadas.

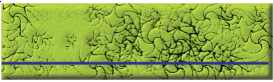
Compartimos nuestro trabajo con el profesor y los demás compañeros del curso mediante sustentación de nuestros puntos de vista.

LA LUZ POLARIZADA Y LA ACTIVIDAD ÓPTICA:

La luz ordinaria es un fenómeno ondulatorio donde las vibraciones se dan en todos los planos posibles alrededor de una línea de propagación.

Experimentalmente se ha encontrado que cuando la luz pasa a través de lentes polaroid o de espato de Islandia (carbonato de calcio cristalino), la luz que emerge está polarizada, es decir, vibra en un solo plano que es paralelo al eje de la lente.





Al colocar un segundo polarizador detrás del primero, en un ángulo de 90 grados, no permite el paso de la luz. Cuando los polarizadores están exactamente cruzados, queda excluida la luz por completo, pero si notamos el eje de la segunda lente, se podrá apreciar cierta claridad que se hace máxima cuando su eje sea vertical y coincida con el eje de la primera.

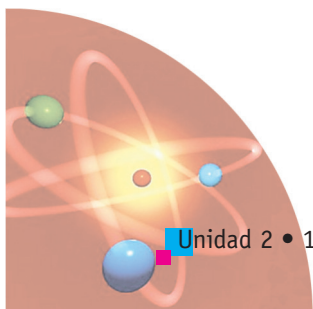
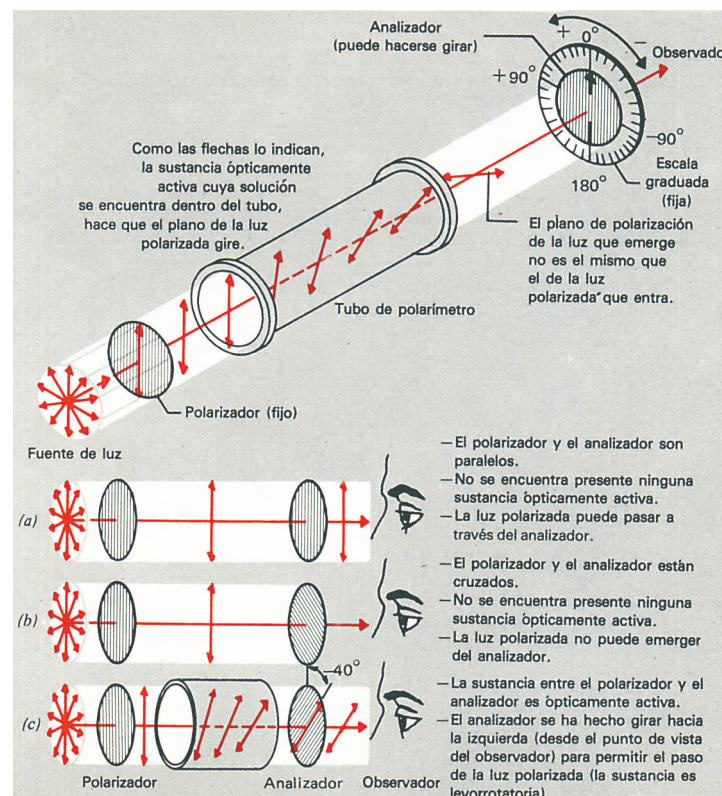
A principios del siglo XVIII se descubre el efecto que causaban las moléculas interpuestas en la trayectoria de un rayo de luz polarizada.

ACTIVIDAD ÓPTICA:

Cuando una sustancia cambia la dirección de vibración de la luz polarizada, es decir, rota o gira el plano de ella, se dice que esta sustancia es ópticamente activa que equivale a decir que tiene actividad óptica.

De esta manera, el rayo de luz polarizada emergente que ha atravesado la sustancia ópticamente activa, se encuentra vibrando en un plano distinto a aquel en que estaba vibrando antes de pasar por la sustancia.

Esta particularidad es observable y se puede medir con un instrumento conocido como **POLARÍMETRO** que mide la rotación óptica de las soluciones.





Este aparato consta de dos lentes capaces de polarizar la luz, entre las cuales se coloca un tubo que contiene la sustancia a analizar. La primera lente es fija (llamada polarizador) mientras que la otra rota libremente sobre una escala en grados (llamada analizador).

Cuando los ejes de ambas lentes están paralelos y el tubo está vacío, se observa un campo de visión completamente iluminado, igual sucede cuando en el tubo se colocan sustancias ópticamente inactivas como agua, acetona, alcohol y otras.

Cuando el lente analizador se gira en sentido de las manecillas del reloj para excluir totalmente la luz, la solución es ópticamente activa. La luz en éste caso gira a la derecha, en dirección positiva (+); si el analizador gira en sentido contrario a las agujas del reloj, la solución hace girar la luz hacia la izquierda o en dirección negativa (-).

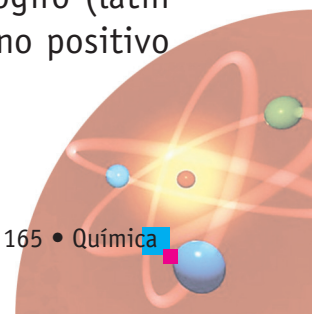
La magnitud en grados de la rotación depende de la sustancia disuelta, de la longitud recorrida por la luz a través de la solución y la concentración de la solución, la temperatura y la longitud de onda de la luz.

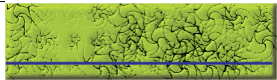
El ángulo leído en el polarímetro se conoce con el nombre de ángulo de rotación. Un ejemplo nos permitirá conocer los conceptos vistos.

Si se llena un tubo con una solución de ácido L- láctico, se observa que la luz en el analizador es mucho menor, para observar de nuevo el campo de visión bien iluminado, se requiere rotar el analizador ciertos grados a la derecha, en sentido de las agujas del reloj.

La luz que sale del polarizador está polarizada verticalmente, al pasar por la muestra, su dirección de vibración ha girado un ángulo α . Rotando el analizador un mismo valor y en la misma dirección de vibración de la luz, se aprecia de nuevo la luz.

En este caso, el ácido L- láctico ha producido una rotación del plano de la luz polarizada en sentido derecho, para denotarlo, se dice que el compuesto es dextrógiro (latín dexter = derecho) y se llamó ácido dextraláctico o L (+) Láctico; el signo positivo identifica el carácter dextrógiro.





Ahora, si en el tubo del polarímetro se coloca una solución del ácido D- Láctico, en este caso el analizador debe girarse a la izquierda, es decir, la sustancia es Levógira (latín Laevus = izquierdo) y recibe el nombre de ácido Levoláctico o D (-) Láctico.

Ambos ácidos corresponden a isómeros con igual fórmula molecular (C_3H_6O); iguales puntos de fusión y ebullición, son higroscópicos², muy solubles en agua, tienen los mismos grupos funcionales excepto que rotan diferente el plano de la luz polarizada.

El ángulo de rotación es propio de cada sustancia ópticamente activa y se denomina **rotación específica**. Se define como la cantidad en grados de la rotación de una sustancia en el polarímetro.

La rotación específica se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{a}{l \times c} \times 100$$

donde: $[\alpha]_{\lambda}^t$ = rotación específica

t = temperatura a la cual se hace la medición.

λ^3 = longitud de onda de la lámpara del polarímetro.

l = longitud del tubo en decímetros (dm).

c = concentración de la solución problema expresada en g / 100 ml.

a = ángulo de rotación positivo o negativo observado en el polarímetro.

EJERCITEMOS:

Una solución al 20% de una sustancia A rota el plano de la luz polarizada en un ángulo de 16 grados a la derecha. Se empleó un tubo en el polarímetro de 24 cm de longitud y la medición se hizo a una temperatura de 20 grados centígrados con luz D de la lámpara de sodio. Se procede así:

² higroscópica: sustancia que absorbe humedad de la atmósfera

³ λ letra griega cuyo nombre es lambda y representa la longitud de una onda



$$[\alpha]_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{(+16^\circ)}{2,4 \text{ dm} \times 20\%} \times 100 = +33,33^\circ$$

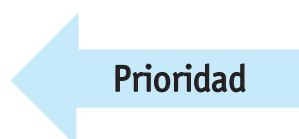
LOS ENANTIÓMEROS TAMBIÉN TIENEN SU NOMENCLATURA...

Recordemos que los **enantiómeros** son estructuras que difieren en el orden de los grupos unidos al **centro quiral**, es decir, son **isómeros configuracionales contrarios**. Ese ordenamiento se denomina **CONFIGURACIÓN DEL CENTRO QUIRAL**.

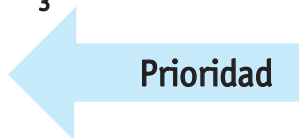
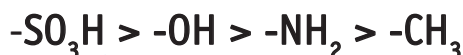
Cuando se habla de enantiómeros, es necesario indicar a cuál configuración se está haciendo referencia; existe para ello una convención denominada **sistema C.I.P.** (de Cahn, Ingold y Prelog, tres científicos que idearon la configuración R y S para nombrarlos)

Esta nomenclatura se basa en una serie de normas que se relacionan con cada centro estereogénico analizado y se indican a continuación:

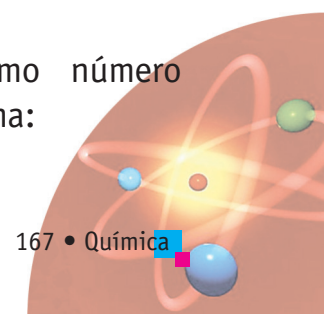
- Las configuraciones se especifican como R (latín: Rectus = derecho) ó S (latín: Sinister = izquierdo) para cada centro quiral.
- A los átomos unidos al centro quiral se les asigna una prioridad, según su número atómico; el átomo de menor número atómico es el de menor prioridad.

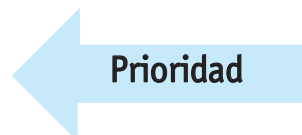
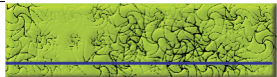


Cuando se trate de un grupo ligado al centro quiral, el número atómico del elemento que se une directamente con este carbono, es el que muestra la prioridad:

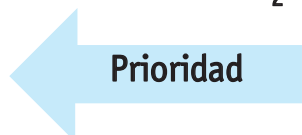


Si dos o más átomos unidos al centro quiral tienen el mismo número atómico, la prioridad se da con los átomos que siguen en la cadena:





Los grupos ácido, aldehído, alcohol y metil siguen la siguiente secuencia:



- c. Para asignar la configuración R ó S en una molécula, se orienta de tal forma que al grupo de menor prioridad se le adjudica la posición más alejada del observador.

Cuando esto se hace, los otros tres grupos quedaran dispuestos en forma radial alrededor del carbono o centro quiral.

Si al pasar de un grupo al otro atendiendo a las prioridades, se sigue la dirección de las agujas del reloj, la configuración es R, en caso contrario (sentido inverso a las manecillas del reloj) la configuración será S.

Un ejemplo nos permitirá aclarar el concepto:

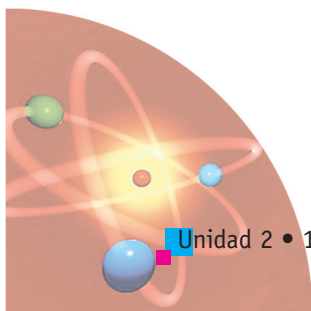
En la molécula de CHIBrCl (Bromocloroyodometano), sus enantiómeros son:

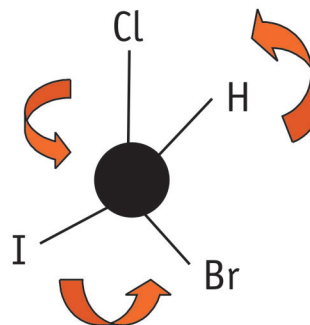
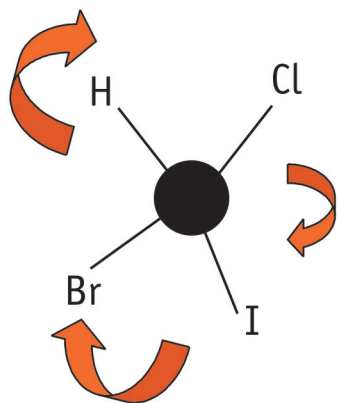
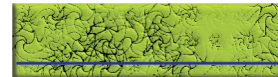
Construimos los modelos en icopor para estos ejercicios



Prioridad: I > Br > Cl > H

La molécula se orientara con el H hacia el fondo (atrás)



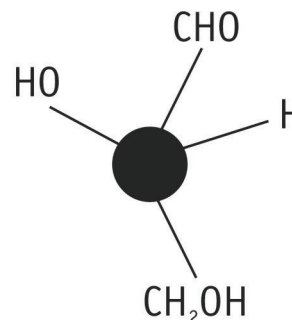
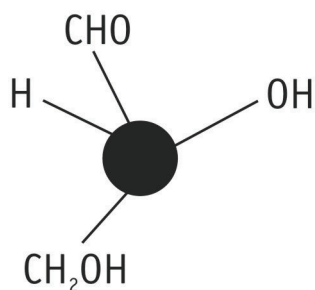


Para la primera configuración: **I** → **Br** → **Cl** (sentido de las manecillas del reloj) Configuración R.

Para la segunda configuración: **I** → **Br** → **Cl** (sentido contrario al giro de las manecillas del reloj) Configuración S.

IDENTIFIQUEMOS LA CONFIGURACIÓN R, S PARA LA MOLÉCULA DE GLICERALDEHÍDO

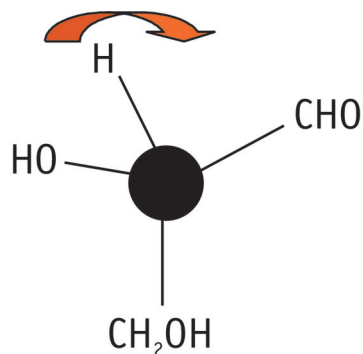
Construimos los modelos en icopor para su análisis



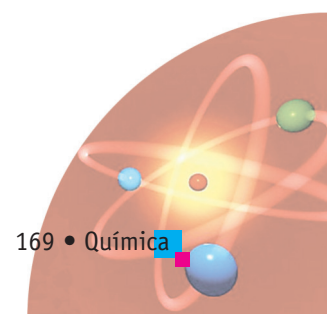
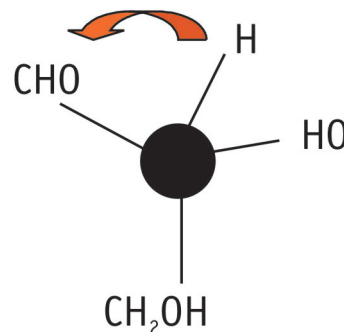
PRIORIDAD:

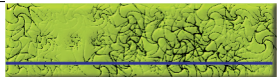


R- GLICERALDEHÍDO



S- GLICERALDEHÍDO





¡EJERCITEMOS!

Con los compañeros de subgrupo construimos el aldehído 2- metilbutírico a partir de los modelos en icopor. Posteriormente armamos el modelo de su imagen especular.

Teniendo en cuenta las reglas para la nomenclatura de los isómeros configuracionales R y S encontramos la clasificación para cada uno de los enantiómeros elaborados.

Discutimos los resultados obtenidos y la clasificación realizada con los compañeros de grupo y el profesor.

Prioridad para los grupos sustituyentes: $-\text{CHO} > -\text{CH}_2\text{CH}_3 > -\text{CH}_3 > -\text{H}$

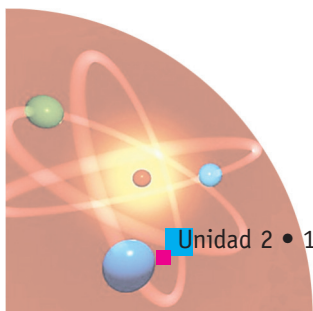
¡TENGA EN CUENTA!

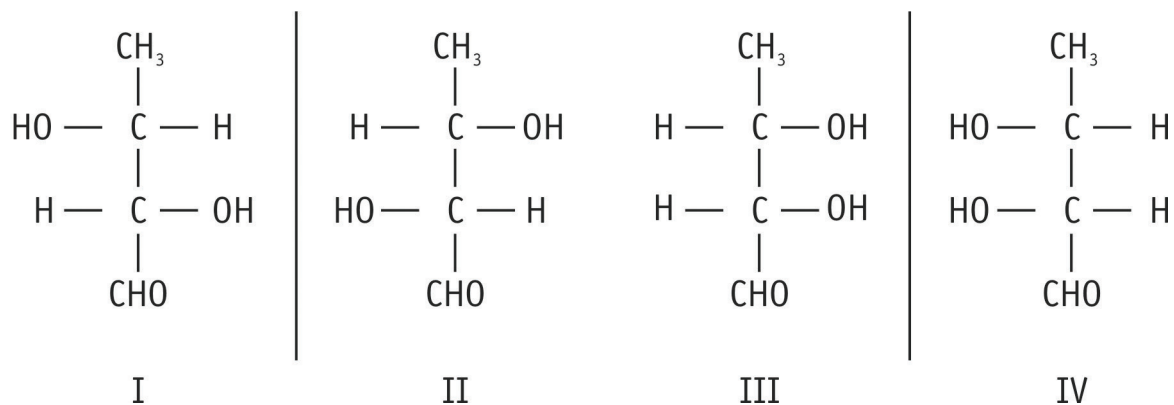
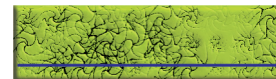
La nomenclatura R y S es sólo un artificio que no tiene relación con el signo y la magnitud de la actividad óptica. Así por ejemplo, un compuesto de configuración R puede ser dextro o levorrotatorio.

¿CÓMO SE NOMENCLA UNA CADENA CON VARIOS CENTROS ASIMÉTRICOS?

Una estructura carbonada puede tener varios centros de asimetría, o lo que es igual, varios carbonos quirales, en este caso, el número de isómeros ópticos aumenta siguiendo la relación exponencial 2^n , donde n representa el número de carbonos quirales. Su solución determina el número de isómeros posibles.

El siguiente ejemplo nos muestra un compuesto que presenta dos carbonos quirales con las siguientes configuraciones:





En éste caso, las estructuras I , II y III , IV, son parejas de enantiómeros pues son objeto imagen especular.

Pero las parejas I, III y II , IV no tienen esta relación, por lo tanto no son enantiómeros y se clasifican como **DIASTERÓMEROS**.

Las cuatro estructuras corresponden a compuestos ópticamente activos, pero cuando se hacen mezclas de parejas de enantiómeros se obtienen las **mezclas racémicas o racematos** que no son ópticamente activos.

Voy al bibliobanco o entro a las enciclopedias virtuales y consulto qué son los compuestos meso y los ilustro con un ejemplo en el cuaderno.

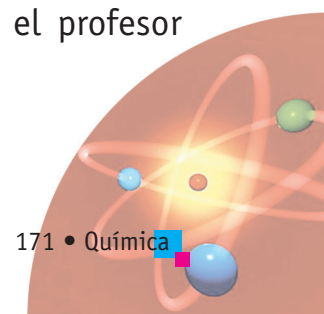
¡EJERCITEMOS!

Cada subgrupo de trabajo diseña y construye a partir de los modelos moleculares, una estructura carbonada con 3 centros quirales, dibujando en el cuaderno los isómeros respectivos.

Partiendo de la discusión y el análisis de cada una de ellas, identifiquen cuáles son **enantiómeros** y cuales son **disterómeros**.

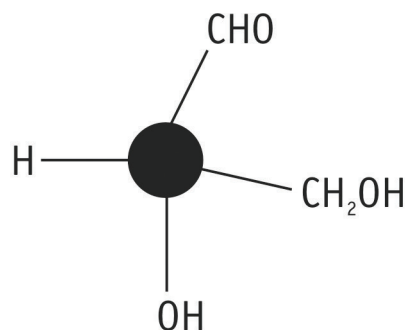
Culminada esta fase del ejercicio, comprueban si entre las estructuras existen compuestos **meso**.

Finalizada la actividad, compartimos con los compañeros del grupo y el profesor nuestras apreciaciones.



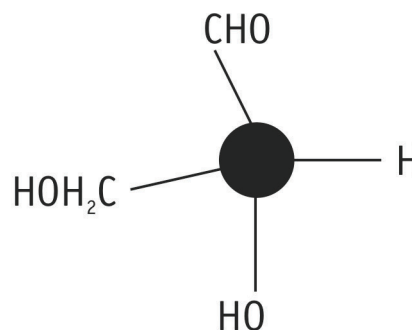
¿QUÉ SUCEDE CON LA ACTIVIDAD ÓPTICA CUANDO SE MEZCLAN PARTES IGUALES DE DOS ENANTIÓMEROS?

Una de las observaciones realizadas en el polarímetro, mostró que si se mezclan equimolecularmente (en proporciones moleculares iguales) dos enantiómeros, no se observa efecto sobre el plano de la luz polarizada, es decir, no existe un giro que determine la actividad óptica. A esta mezcla se conoce con el nombre de **MEZCLA RACÉMICA O RACEMATO**.



$$[\alpha]_{\text{D}}^{20^{\circ}\text{C}} = +8,7^{\circ}$$

(a)



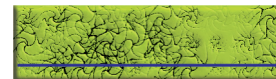
$$[\alpha]_{\text{D}}^{20^{\circ}\text{C}} = -8,7^{\circ}$$

(b)

Dos moles de (a) mezclados con dos moles de (b) dan como resultado una rotación específica con un valor de cero.

Con los compañeros de subgrupo, analizamos y argumentamos el porqué de estos resultados. Discutimos nuestros puntos de vista con los compañeros y el profesor para obtener un argumento general que escribimos en el cuaderno.

En el cuaderno escribimos y respondemos el siguiente cuestionario que solucionaremos entre los compañeros de subgrupo y discutiremos en plenaria con la orientación del profesor.



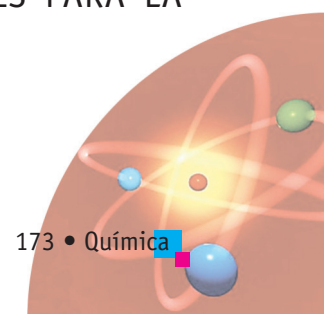
Examinamos las diferentes respuestas e identificamos aquellas donde los planteamientos son divergentes, los analizamos y concertamos la respuesta adecuada acorde con los conceptos básicos estudiados en esta guía:

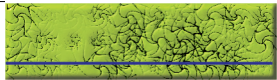
- a. Escribimos lo que para nosotros significan y representan los siguientes términos, ejemplificando cada caso:
 - Isómero
 - Estereoisómero
 - Enantiómero
 - Isómeros cis y trans
 - Disterómero
 - Carbono asimétrico o quiral
 - Rotación específica
 - Plano de simetría
 - Mezcla racémica
 - Compuestos meso
- b. Escribimos los isómeros geométricos cis y trans para el 2,3- dibromo 2 -buteno.
- c. Graficamos el esquema de un polarímetro e indicamos sus partes y la función de cada una de ellas para registrar la actividad óptica de una sustancia.
- d. ¿Qué significa que una sustancia sea ópticamente activa?
- e. ¡Demos vía libre a nuestra creatividad!

Dibujamos la fórmula de un bromuro insaturado (C_5H_9Br) con las siguientes características:

- Que no presente isomería cis y trans ni actividad óptica.
- Que presente isomería cis y trans pero no actividad óptica.
- Que no presente isomería cis y trans pero si actividad óptica.
- Que presente isomería cis y trans y actividad óptica.

DE SER NECESARIO, CONSTRUIMOS LOS MODELOS MOLECULARES PARA LA RESPECTIVA SOLUCIÓN.





Culminamos nuestra lectura de texto...

Escribimos en el cuaderno una síntesis, previa discusión del tema con nuestros compañeros de subgrupo.

¿TIENE ALGUNA IMPORTANCIA LA ACTIVIDAD ÓPTICA DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS?

Muchas de las sustancias que presentan actividad óptica, son obtenidos de fuentes naturales, es decir, de los seres vivos que producen normalmente un solo enantiómero.

Por ejemplo, en el proceso de fermentación de los almidones o la levadura, se produce un enantiómero, el 2- metilbutanol; en la contracción muscular por efecto del ejercicio físico, se produce el ácido(-)-láctico; de los jugos de frutas se obtiene únicamente el ácido(-)-málico, nos alimentamos de pan y carne que son ópticamente activos; vivimos en casas, usamos ropas, leemos libros hechos con celulosa ópticamente activa.

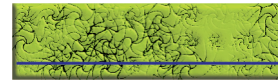
Las proteínas que constituyen los músculos y tejidos del cuerpo, el glucógeno del hígado, las enzimas y hormonas que permiten el normal funcionamiento metabólico de nuestro cuerpo son ópticamente activos.

Muchos de los alcaloides producidos por las plantas como la cocaína, la morfina, la estricnina, la quinina, en una de las dos formas enantioméricas posibles son ópticamente activas.

Las enzimas son sustancias disimétricas y un organismo vivo posee solo un isómero óptico de cada uno de los catalizadores biológicos, por lo tanto, sólo una de esas formas quirales puede ser metabolizada por el organismo como en el caso del azúcar.

Con frecuencia los enantiómeros tienen propiedades biológicas diferentes que implican la reacción con otra molécula quiral, así por ejemplo, la enzima deshidrogenasa del ácido láctico oxida el ácido(+)-láctico hasta ácido pirúvico, pero no oxida el ácido (-) láctico porque la enzima es quiral y puede "distinguir" entre las moléculas derecha e izquierda de ácido láctico.

Los enantiómeros difieren en muchos tipos de actividad biológica. Un enantiómero puede ser un fármaco, mientras que otro enantiómero puede no tener actividad, así por ejemplo, sólo la (-)-adrenalina es un estimulante cardiaco, mientras que la (+)-adrenalina no lo es.



Uno de los enantiómeros puede ser tóxico y el otro inofensivo; un enantiómero puede ser un antibiótico mientras que el otro no muestra actividad; uno de los enantiómeros puede ser atrayente sexual de los insectos y el otro isómero actuar como un repelente.



(Culminación del proyecto de unidad)

Hemos desarrollado una serie de etapas que nos han permitido detectar un problema, elaborar un diagnóstico, recurrir a fuentes de información, encontrar alternativas de solución y hacer propuestas para desarrollarlas.

Ahora comunicaremos nuestro trabajo a todos los estamentos de la comunidad.

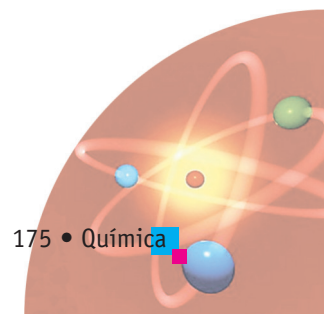
Con los compañeros de subgrupo, diseñamos una serie de estrategias para desarrollar un plan operativo con el fin de comunicar y ejecutar nuestra propuesta.

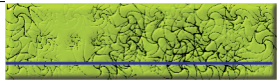
Escribimos en el cuaderno el desarrollo de esta última fase y la discutimos con el profesor para complementar, corregir o confirmar la validez de nuestra propuesta.

Terminada la actividad, realizamos la evaluación respectiva del proyecto haciendo una comparación entre los objetivos propuestos, el plan operativo, los resultados de las actividades y lo más importante, el concepto y respuesta de nuestra comunidad frente a la propuesta.

Ideamos la fórmula molecular y estructural para un compuesto que posea una insaturación (Doble o triple enlace), un grupo funcional y dos sustituyentes.

Aplicamos los casos de isomería posibles. Discutimos y argumentamos nuestras respuestas con los compañeros y el profesor.





LA MODERNA INVESTIGACIÓN FARMACOLÓGICA HA ENCONTRADO EN LA ISOMERÍA ÓPTICA UNA HERRAMIENTA MUY ÚTIL EN LA SÍNTESIS DE NUEVOS MEDICAMENTOS

Con los compañeros de subgrupo, analizamos la siguiente lectura adicional, tomada de la ENCICLOPEDIA ENCARTA 2005. Escribimos una síntesis en el cuaderno y la compartimos con los demás compañeros de grupo y el profesor en una plenaria.

DEL LABORATORIO A LA PLANTA INDUSTRIAL (FRAGMENTO)

... En la planificación de la síntesis de fármacos reviste particular importancia la presencia de varios centros de quiralidad (del griego, cheir, mano): un 80% de ellos contiene uno o más centros quirales. Se trata de zonas de la estructura que forman imágenes especulares no superponibles (enantiómeros), a la manera de la mano derecha y la izquierda. La difusión del fármaco a través de las membranas biológicas, su intervención con un receptor a la inhibición de una enzima dependen de sus formas tridimensionales (estabilidades de las uniones y velocidades de interacción), puesto que receptores, enzimas y membranas son quirales. En el organismo, la acción de cada enantiómero de un compuesto quiral puede diferir bastante de la ejercida por otro en lo concerniente a actividad biológica, toxicidad, biodisponibilidad y metabolismo. De ahí que resulte aconsejable la obtención por separado de enantiómeros puros de un fármaco.

Podemos partir de productos quirales (aminoácidos naturales, azúcares o terpenos), que nos permitan preparar directamente la forma de estructura espacial deseada. En el proceso industrial, no obstante, se sintetiza primero la mezcla de isómeros (mezcla racémica) y luego se separa la forma deseada, en la mayoría de los casos cristalización selectiva.

Cierto es que así se pierde la mitad del material sintetizado.

Pero en algunos casos se puede transformar el isómero no utilizable en la mezcla racémica, para volver a separar el isómero deseado. Las sustancias empleadas en la separación de un racemato son caras y difíciles de recuperar por ello es preferible recurrir a métodos de síntesis selectiva, cuando existen...



ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE LA GUÍA

