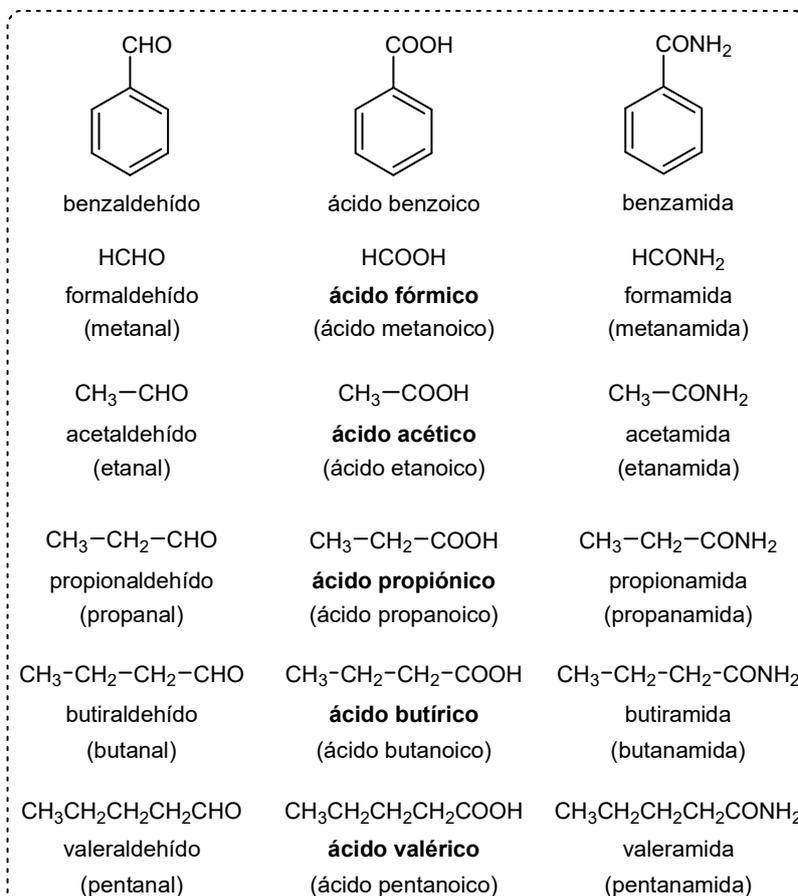
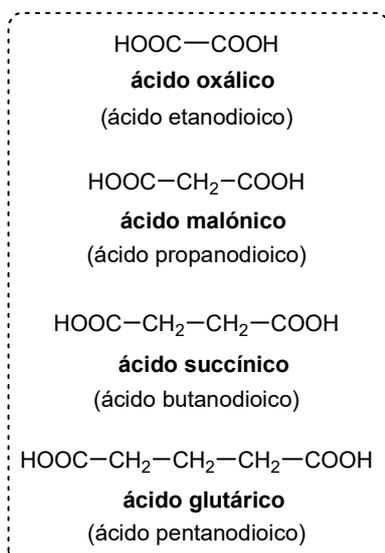
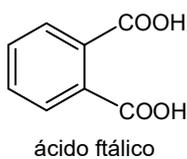
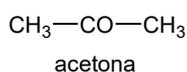
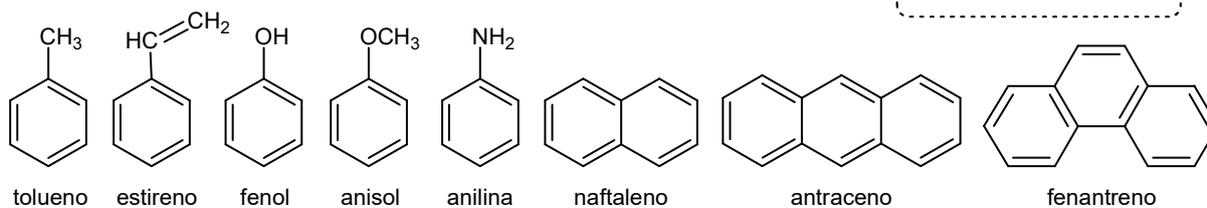
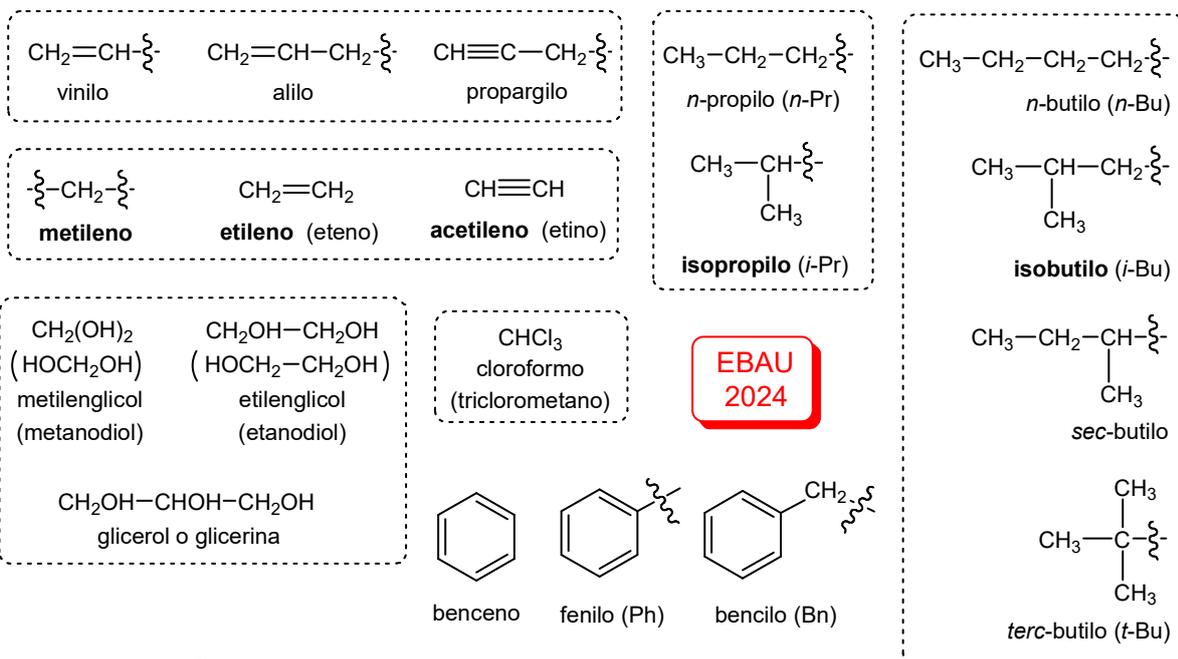




NOMBRES COMUNES EN QUÍMICA ORGÁNICA



ISOMERÍA

En Química Orgánica es muy frecuente que compuestos diferentes tengan la misma forma molecular. Dichos compuestos se denominan **isómeros**.

Los **isómeros**, por tanto, son compuestos que presentan la misma fórmula molecular pero cuyos átomos:

A) están enlazados de forma diferente, es decir, difieren en su estructura química (**isomería estructural**)

o

B) presentan una distinta disposición espacial (**isomería espacial, o estereoisomería**)

A) ISOMERÍA ESTRUCTURAL

Los isómeros estructurales difieren en la conectividad atómica, es decir, sus átomos están unidos de forma diferente.

También se denomina **isomería constitucional**.

A continuación se describen algunos tipos de isomería estructural según su origen. Hay que tener en cuenta que existirán isómeros estructurales en los que se den simultáneamente características de varios tipos.

A1) Isomería estructural de cadena

Es aquella en la que sólo cambia la disposición de los átomos en el esqueleto carbonado, sin que se vea afectada la naturaleza o posición del grupo funcional (si es que lo hay).

Este tipo de isomería es posible a partir de cuatro átomos de carbono. El número de isómeros posibles aumenta exponencialmente con el número de átomos de carbono del compuesto.

Los isómeros de cadena suelen tener propiedades químicas muy similares, difiriendo algo más en sus propiedades físicas.

Ejemplos:

butano: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

F. molecular:

2-metilpropano: $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$

C_4H_{10}

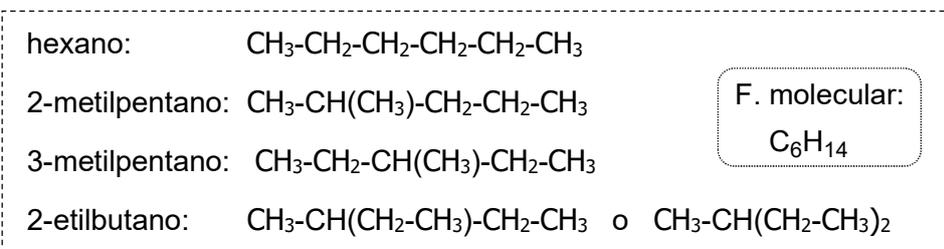
4-metilpent-1-ino: $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$

F. molecular:

3-metilpent-1-ino: $\text{CH}\equiv\text{C-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

C_6H_{10}

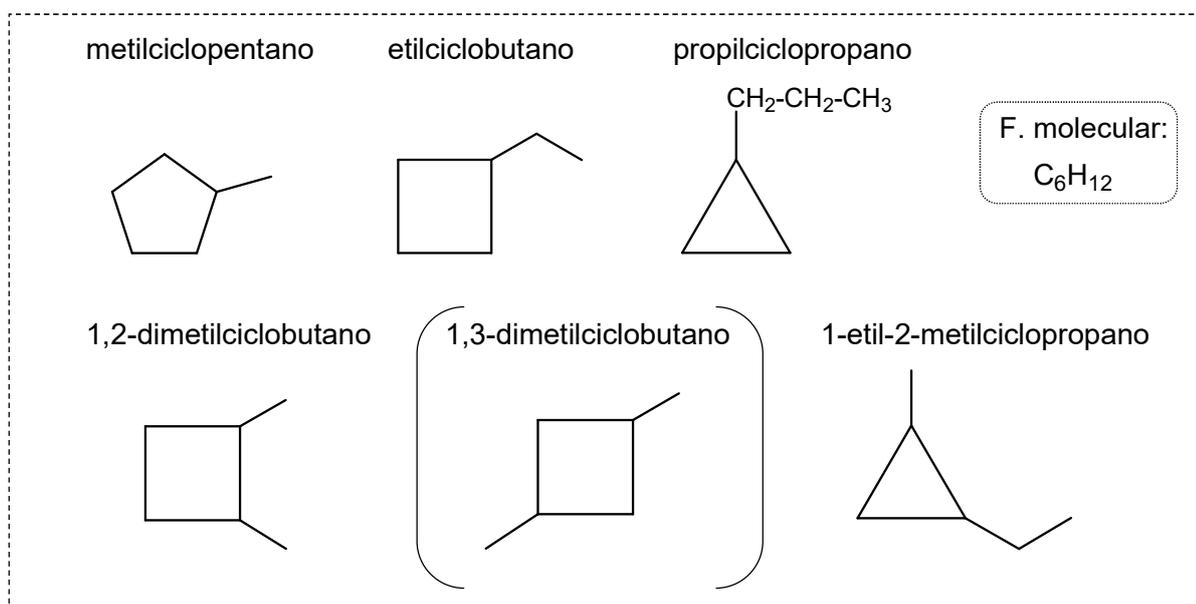
hex-1-ino: $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$



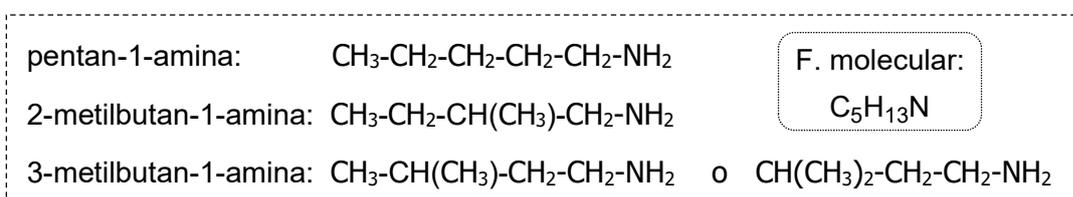
¡OJO!: no hay que dejarse confundir por la forma en que se dibujan las fórmulas. Por ejemplo:



no son isómeros, sino la misma molécula (3-metilpentano) dibujada de diferente forma



¡OJO!: El 1,2-dimetilciclobutano y el 1-3 dimetilciclobutano entre sí no son isómeros de cadena sino **de posición** (ver apartado siguiente)



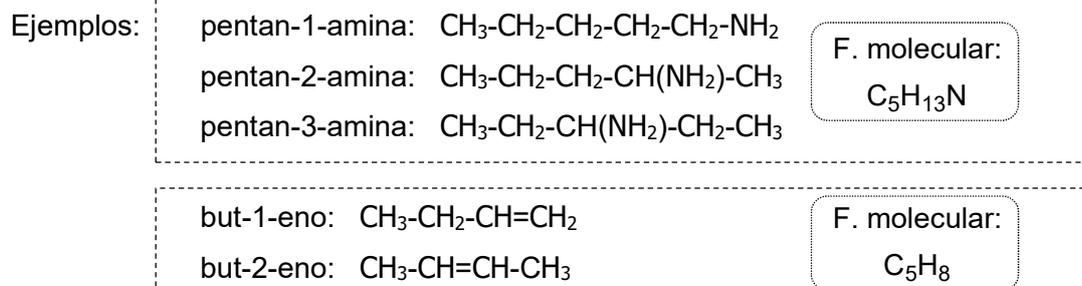
PERO: la pentan-2-amina $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-NH}_2$ o $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_3$

ya no es un isómero de cadena de los anteriores, sino **de posición**, porque cambia la posición del grupo funcional dentro de la cadena (ver apartado siguiente)

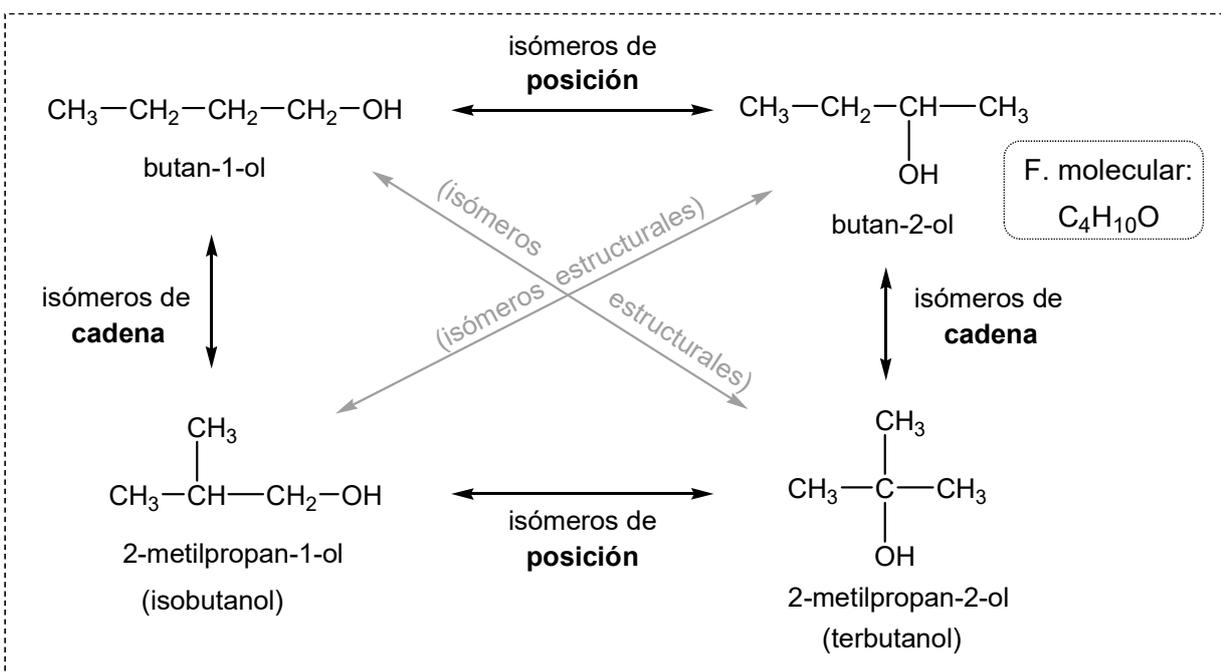
A2) Isomería estructural de posición

Es aquella en la que en una misma cadena carbonada un **mismo grupo funcional** aparece en distinta posición. También se aplica a isómeros que se diferencian en la posición de los sustituyentes en torno a un anillo.

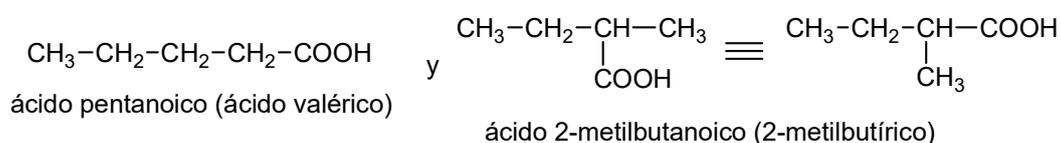
Los isómeros de posición suelen tener propiedades químicas muy similares, difiriendo algo más en sus propiedades físicas.



El siguiente ejemplo ilustra la diferencia entre isómeros estructurales de cadena y de posición, para los alcoholes con forma molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Cuando se producen cambios tanto en la cadena carbonada como en la posición del sustituyente, los isómeros pueden designarse simplemente como isómeros estructurales, sin especificar el tipo, puesto que concurren varios.

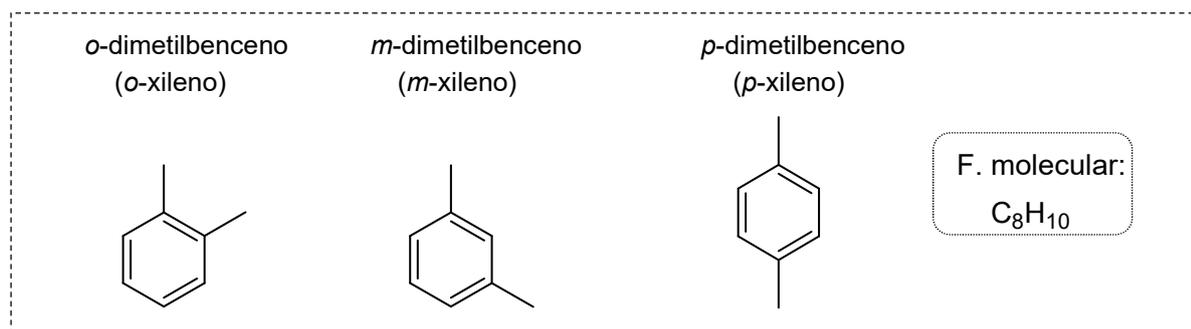


¡OJO! $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_3$ no son isómeros de posición, sino de cadena, pues el grupo COOH define la posición 1.

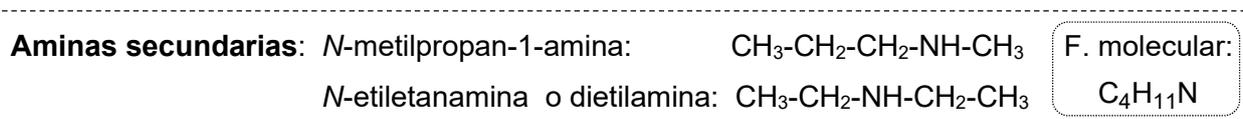
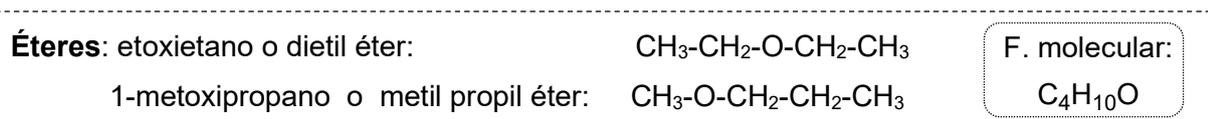
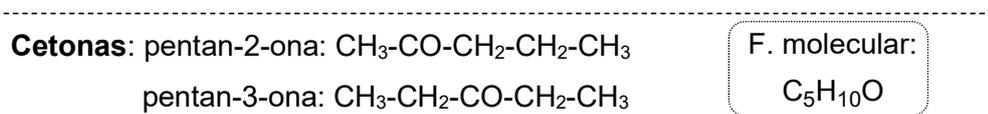


Son isómeros de **cadena** (no de posición)

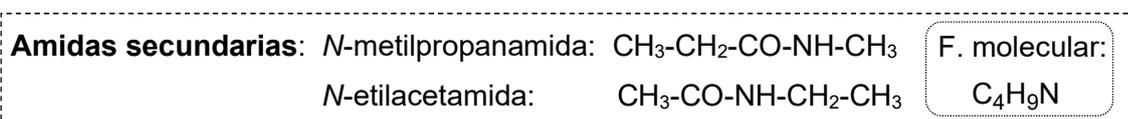
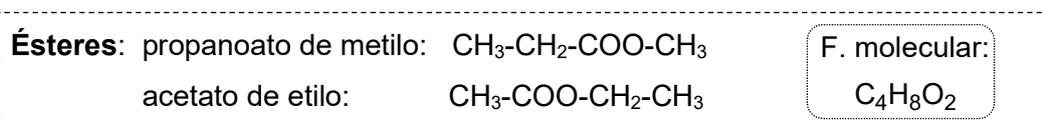
Los isómeros de posición que derivan de la distinta distribución de dos sustituyentes en torno a un **anillo bencénico** se denotan mediante los prefijos **orto** (*o*-), **meta** (*m*-) y **para** (*p*-):



Existe un tipo especial de **isómeros de posición** denominados **metámeros**. En la **metamería** o **isomería de compensación**, un grupo funcional *bivalente* está *sustituido de formas distintas* en una misma cadena, manteniéndose la longitud total de la misma. La metamería se dan en:



Por el contrario, la *N,N*-dimetiletanamina, N(CH₃)₂(CH₂-CH₃), no se consideraría un metámero de las anteriores, pues el grupo funcional cambia de amina secundaria a amina terciaria y no se conserva la longitud de la cadena principal. Se trataría de un **isómero de función** (ver apartado siguiente).



Por el contrario, la *N*-etil-*N*-metilformamida, H-CO-N(CH₃)(CH₂-CH₃), no se consideraría un metámero de las anteriores, pues el grupo funcional cambia de amida secundaria a amida terciaria y no se conserva la longitud de la cadena principal. Se trataría de un **isómero de función** (ver apartado siguiente).

NOTA: En el caso de los **ésteres** y las **amidas secundarias**, podría considerarse que, puesto que el grupo funcional define el C1, en realidad no son isómeros de posición (pues la posición del grupo funcional no cambia; es siempre la 1), sino de cadena. Este razonamiento también sería válido.

NOTA: Los metámeros pueden describirse simplemente como isómeros de posición.

(No es necesario usar el término "metamería" en la EBAU)

A3) Isomería estructural de función

Es aquella en la que **cambia el grupo funcional** pero se mantiene la fórmula molecular del compuesto.

Los isómeros de función son los que más difieren entre sí. Presentan propiedades físicas y químicas muy diferentes.

Este tipo de isomería es típica de ciertas parejas de grupos funcionales:

Alquenos y cicloalcanos:

propeno: $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$

ciclopropano: 

F. molecular:

C_3H_6

Alcoholes y éteres:

etanol: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$

dimetil éter: $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

F. molecular:

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

Ácidos carboxílicos y ésteres:

ácido acético: $\text{CH}_3\text{-COOH}$

formiato de metilo: H-COO-CH_3

F. molecular:

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Aldehídos y cetonas:

propanal: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$

propanona (acetona): $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

F. molecular:

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

Cetonas y enoles:

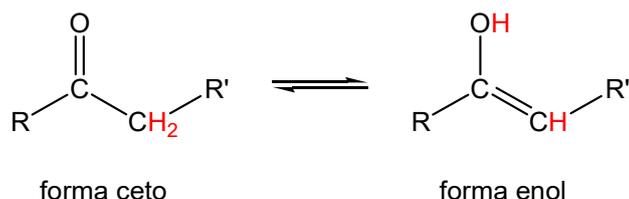
propanona (acetona): $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

propen-2-ol: $\text{CH}_3\text{-C(OH)=CH}_2$

F. molecular:

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

Este último caso es un ejemplo de **tautomería**. Los **tautómeros** son isómeros de función que se encuentran en equilibrio químico por la migración de un átomo o grupo atómico. El anterior es un ejemplo de **tautomería ceto-enólica**, que ocurre por la migración de un protón:



(NOTA: Los tautómeros pueden describirse simplemente como isómeros de función.

No es necesario usar el término "tautomería" en la EBAU)

También se pueden considerar isómeros de función entre sí las **aminas primarias, secundarias y terciarias**. Por ejemplo:

hexan-1-amina: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$

N-propilpropan-1-amina: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3)$

N-etil-*N*-metilpropan-1-amina: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-N(CH}_3)(\text{CH}_2\text{-CH}_3)$

F. molecular:
 $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$

Cada una de estas aminas puede presentar, además, isómeros de cadena y de posición. Pero, en general, si se produce un cambio entre amina primaria, secundaria y terciaria lo más correcto es hablar de isomería estructural de función.

Lo mismo sucede con las **amidas primarias, secundarias y terciarias** que, si poseen la misma fórmula molecular, son isómeros de función. Por ejemplo:

hexanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-NH}_2$

N-propilpropanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-NH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3)$

N-etil-*N*-metilpropanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-N(CH}_3)(\text{CH}_2\text{-CH}_3)$

F. molecular:
 $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{N}$

Son también isómeros de función los **alquenos** y **alquinos** con la misma fórmula molecular:

buta-1,4-dieno: $\text{CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2$

but-1-ino: $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$

F. molecular:
 C_4H_6

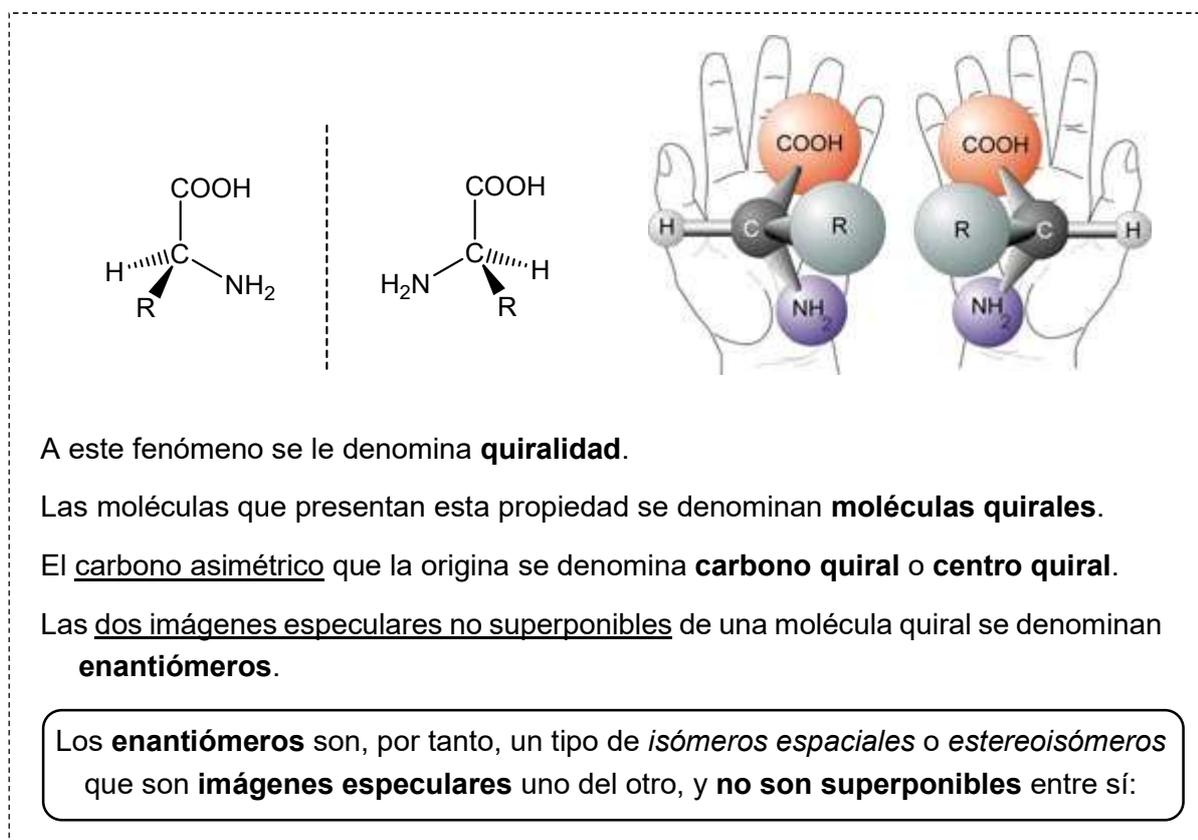
B) ISOMERÍA ESPACIAL O ESTEREOISOMERÍA

Los isómeros espaciales o **estereoisómeros** presentan los mismos átomos enlazados en el mismo orden, pero **difieren en su disposición espacial**.

Se distinguen dos tipos de isomería espacial o estereoisomería:

B1) Isomería espacial óptica: enantiómeros y quiralidad

En las moléculas orgánicas cada átomo de carbono puede estar enlazado a cuatro grupos de átomos o grupos funcionales, que se distribuyen en los vértices de un tetraedro imaginario. Si los cuatro grupos funcionales son diferentes se dice que el **carbono es asimétrico** y son posibles dos disposiciones espaciales distintas, que son imágenes especulares entre sí, y no son superponibles (de forma similar a lo que ocurre con nuestras manos derecha e izquierda):



Los enantiómeros son tan similares que tienen idénticas propiedades físicas y químicas, excepto si estas están relacionadas con factores de simetría espacial.

- Físicamente, se diferencian en el *sentido (derecha o izquierda)* en que *desvían el plano de la luz polarizada* (aquella en la que las ondas electromagnéticas oscilan sólo en un plano determinado). Según sea este sentido, los enantiómeros se denominan dextrógiros (+) o levógiros (-). Por este motivo, los enantiómeros se denominan también **isómeros ópticos**.
- Químicamente, se diferencian en su *reactividad frente a otras moléculas quirales*.

Por tanto, *una molécula quiral sólo se manifiesta como tal cuando interacciona con la luz polarizada o con otras moléculas quirales*.

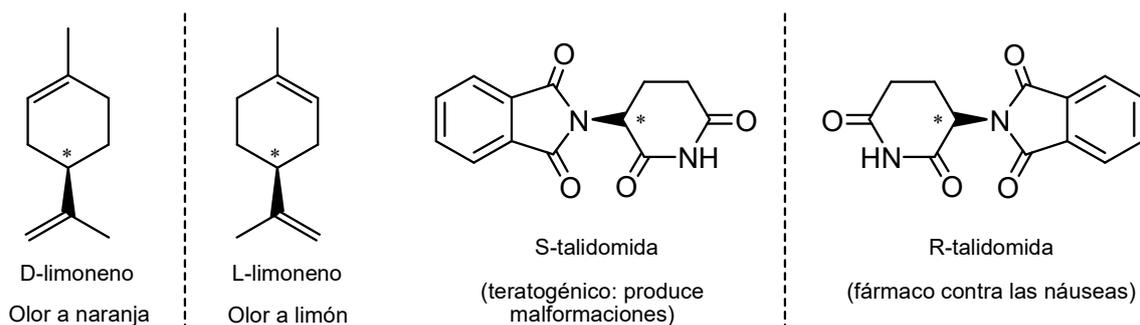
Para distinguir los enantiómeros se nombran según la disposición espacial relativa de sus grupos. Existen dos sistemas de nomenclatura: **L/D** y **R/S** (estas notaciones no están relacionadas con la dirección en que se desvía la luz polarizada, sino con la disposición relativa de los grupos).

Cuando en una reacción química ordinaria se genera un compuesto que por su estructura química es quiral (es decir, que puede presentar enantiómeros), éste se forma como una mezcla equimolar de los dos enantiómeros (50% de cada uno de ellos), ya que *por lo general no hay ningún factor que favorezca la formación de un enantiómero sobre el otro*. A estas mezclas equimolares de enantiómeros se les denomina **mezclas racémicas** y *no son ópticamente activas* (no desvían el plano de la luz polarizada, ya que cada enantiómero lo desvía el mismo ángulo pero en un sentido contrario, por lo que globalmente no se produce desviación).

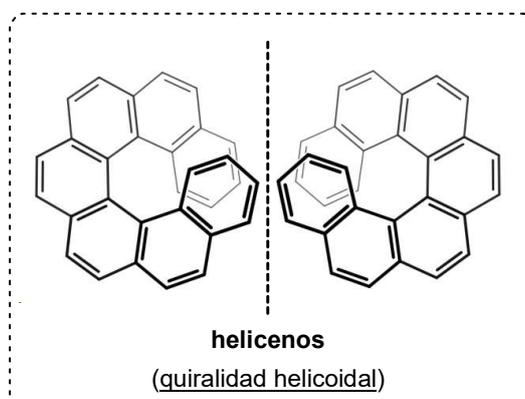
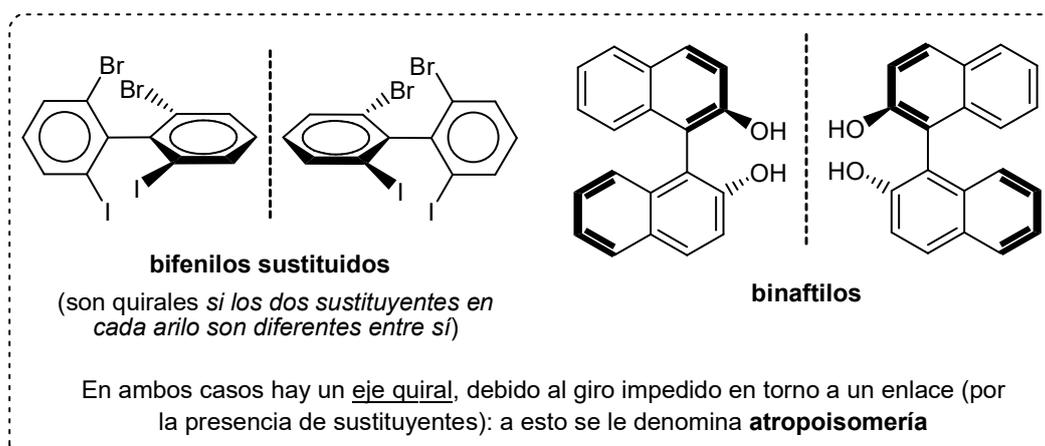
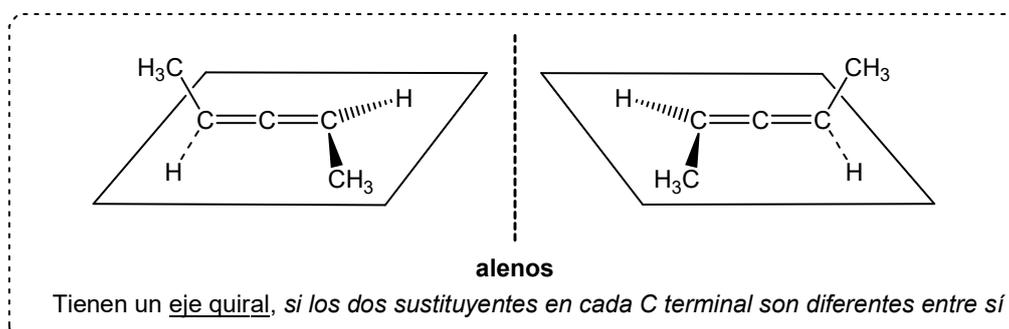
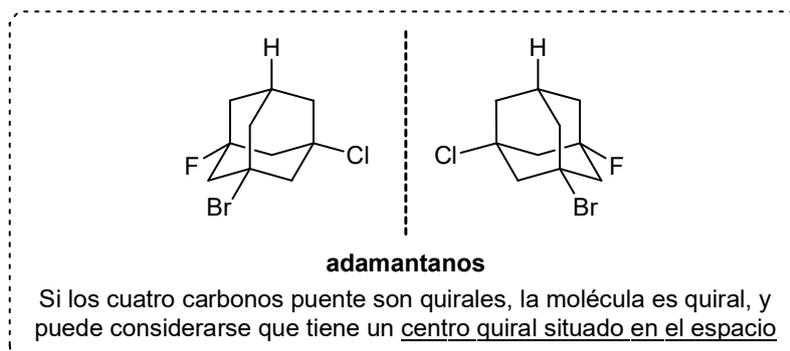
Sin embargo, se da la extraordinaria circunstancia de que **la vida es un fenómeno quiral**, ya que las biomoléculas más importantes son quirales (los aminoácidos existen sólo en su forma *L* y la ribosa y desoxirribosa de los ácidos nucleicos existen sólo en su forma *D*).

*Este fenómeno, que se suele denominar **bioquiralidad**, fue descubierto por Pasteur en el S. XIX y desde entonces ha intrigado a los científicos, pues su origen es un misterio ligado al origen mismo de la vida.*

Esta **quiralidad natural** afecta a todas las interacciones entre las enzimas y sus respectivos sustratos y por tanto tiene enormes consecuencias en la industria farmacéutica y en general en todas las industrias bioquímicas. La mayoría de los fármacos son moléculas quirales y sólo uno de sus enantiómeros es biológicamente activo. El otro, en el mejor de los casos, es inactivo, pero en ocasiones puede resultar incluso muy perjudicial, como ocurrió con la tristemente famosa talidomida, que dio lugar al nacimiento de miles de niños con graves malformaciones, a mediados del S. XX. Precisamente, en el año 2001 el Premio Nobel de Química fue otorgado en reconocimiento al desarrollo de la **síntesis enantioselectiva** de moléculas (es decir, reacciones en las que se consigue la formación mayoritaria de uno sólo de los dos enantiómeros posibles, empleando un compuesto quiral como catalizador). El siguiente esquema muestra dos ejemplos del impacto de la quiralidad en moléculas bioactivas (la posición del carbono quiral se marca con un asterisco):



Los carbonos quirales no son la única fuente de quiralidad en moléculas orgánicas. Existen otras situaciones estructurales que también pueden dar lugar a la formación de enantiómeros).¹ El siguiente esquema muestra algunos ejemplos:



¹ En general, una molécula es quiral si no posee ningún elemento de simetría o si sólo posee ejes simples. Es decir, una molécula que posea un plano, un centro o un eje alternante de simetría de cualquier orden, no será quiral.

INCISO: Diastereoisómeros

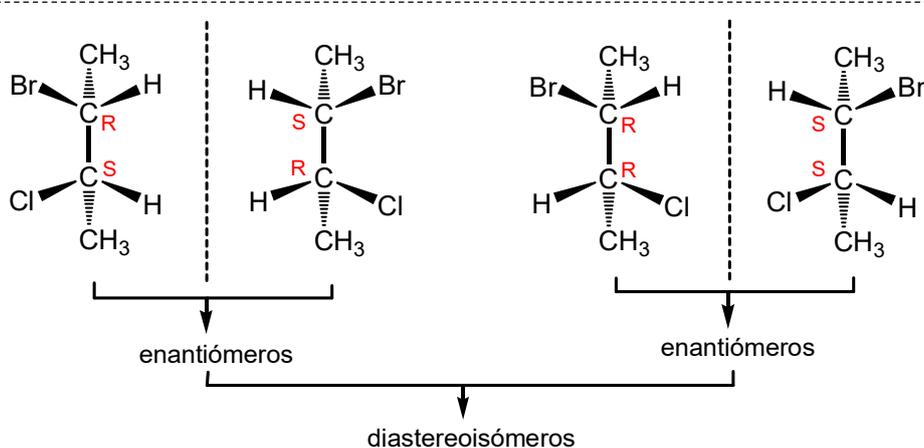
Pueden existir isómeros ópticos que no son enantiómeros entre sí (es decir, que no son imágenes especulares uno del otro). Esto ocurre **cuando hay más de un centro quiral** en la molécula y los isómeros no difieren entre sí en la configuración de todos los centros quirales (y por tanto no son imágenes especulares uno del otro).

A estos isómeros ópticos que no son enantiómeros (no son imágenes especulares), se les denomina **diastereoisómeros**.

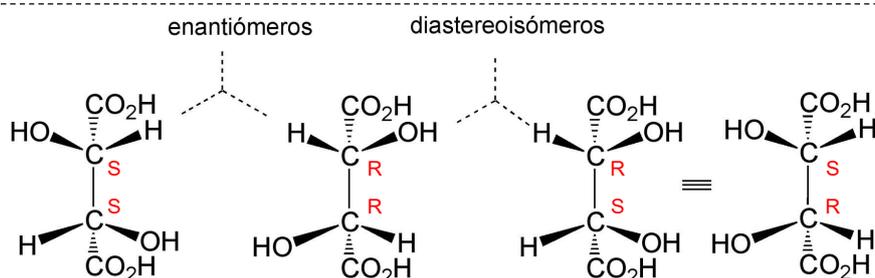
De hecho, el término es más general, pues se denomina **diastereoisómeros** a los todos los estereoisómeros (no sólo los ópticos), que no son enantiómeros.

(En el apartado siguiente veremos otro tipo de diastereoisómeros: los isómeros geométricos).

A continuación se muestran dos ejemplos de diastereoisómeros con más de un centro quiral:



Al haber dos centros quirales, son posibles 4 **estereoisómeros** diferentes. De ellos, el R,S y el S,R son **enantiómeros** entre sí (imágenes especulares no superponibles), como también lo son el R,R y el S,S entre sí. Sin embargo, el R,S y el R,S, por ejemplo, son **diastereoisómeros**, pues no son la imagen especular el uno del otro. Los cuatro estereoisómeros son **ópticamente activos** (desvían el plano de la luz polarizada).

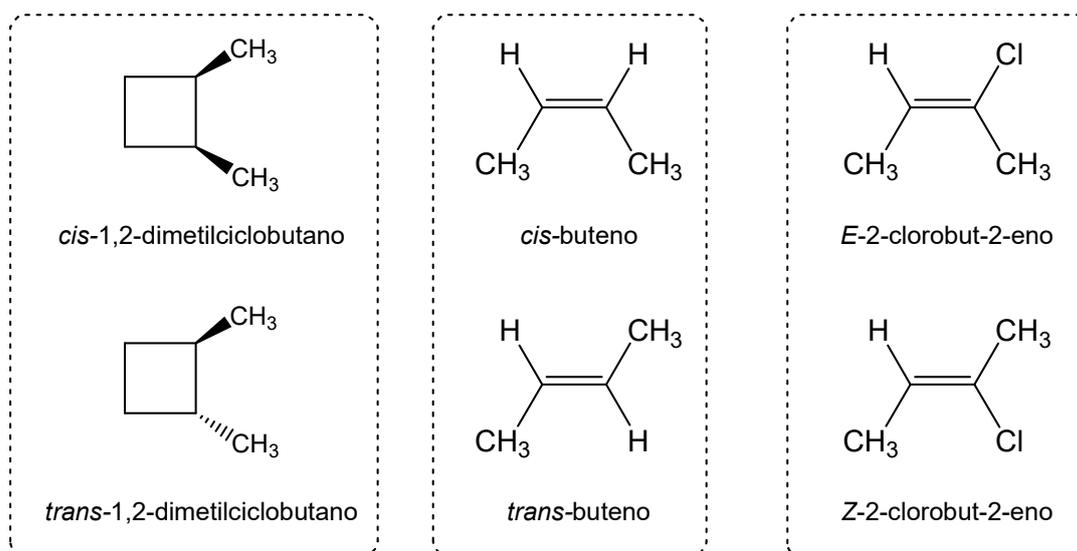


Para el ácido tartárico habría en principio cuatro estereoisómeros posibles, pero dos de ellos, el R,S y el S,R resultan ser la misma molécula (a esto se le llama una **forma meso**, y ocurre cuando los dos centros quirales son iguales). Los estereoisómeros S,S y R,R son **enantiómeros** entre sí (imágenes especulares no superponibles), mientras que la **forma meso** es un **diastereoisómero** de las anteriores (no es imagen especular de ninguna de ellas). La forma meso no es ópticamente activa, por tener un plano de simetría.

(NOTA: el concepto de diastereoisómeros no se preguntará en la EBAU)

B2) Isomería espacial geométrica o isomería *cis-trans*

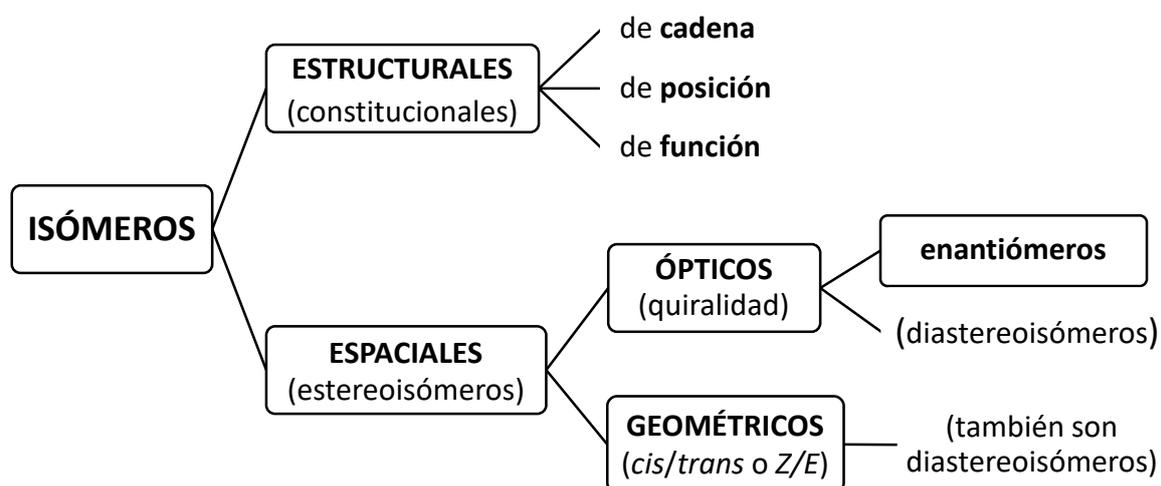
La isomería geométrica es típica de **alquenos** y **cicloalcanos**, en los que existen enlaces carbono-carbono con rotación impedida. Si en *cada uno* de estos carbonos hay un sustituyente, existen dos disposiciones espaciales posibles, que se suelen denominar *cis* (los dos sustituyentes hacia el mismo lado del doble enlace o del plano del anillo) y *trans* (sustituyentes orientados hacia lados opuestos). Cuando en torno a los dos carbonos hay tres o cuatro sustituyentes, se hace necesario usar la notación *Z/E*, que no se pedirá en la EBAU.



Ejemplos de isomería geométrica. En la nomenclatura *Z/E* los sustituyentes se priorizan según las reglas de Cahn, Ingold y Prelog, siendo el isómero *Z* el que tiene los dos sustituyentes de mayor prioridad (ej. el Cl y un CH₃) orientados hacia el mismo lado. Cuando sólo hay dos sustituyentes, el isómero *cis* se corresponde con el *E*, y el *trans* con el *Z*, pero cuando hay más de dos sustituyentes, la nomenclatura *cis-trans* no es aplicable.

NOTA: Al ser estereoisómeros que no son enantiómeros, los isómeros geométricos son **diastereoisómeros**.

Però esta denominación como "diastereoisómeros" no se pedirá en la EBAU

ESQUEMA-RESUMEN DE ISOMERÍA:

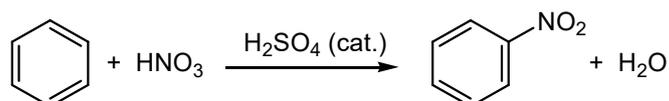
REACCIONES ORGÁNICAS

A) REACCIONES DE SUSTITUCIÓN:

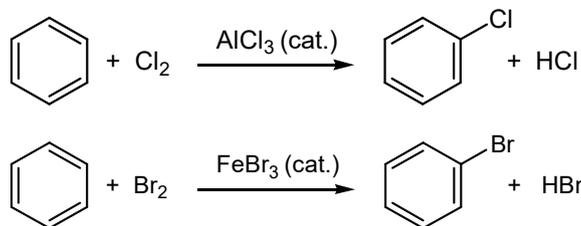
- Un átomo o un grupo de átomos del sustrato es desplazado (sustituido) por otro.
- Deben indicarse siempre los subproductos de reacción (H₂O, HCl, KBr...).

a1) Sustitución electrófila aromática en anillos aromáticos:

- **Nitración**, por reacción con **HNO₃** en presencia de **H₂SO₄** como **catalizador**:



- **Halogenación**, por reacción con **Cl₂** en presencia de **AlCl₃** como **catalizador**, o **Br₂** en presencia de **FeBr₃** como **catalizador**



Se partirá de un benceno sin sustituir, por lo que no habrá posibilidad de formación de isómeros.

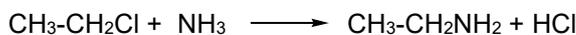
a2) Sustitución nucleófila en haloalcanos:

- Sustitución de halógeno por **hidroxilo**, por reacción con **KOH** o **NaOH**:



Estas reacciones están en competencia con la eliminación (deshidrohalogenación, ver más adelante), ya que el anión hidróxido es una base, además de un nucleófilo. La eliminación se favorece en caliente y para sustratos secundarios y terciarios.

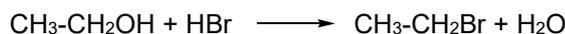
- Sustitución de halógeno por **amino**, por reacción con **NH₃**:



- Sustitución de halógeno por un grupo **ciano**, por reacción con **KCN** o **NaCN**:



a3) Sustitución nucleófila en alcoholes por reacción con **haluros de hidrógeno**, para dar **haloalcanos**:



Estas reacciones están en competencia con la eliminación (deshidratación de alcoholes promovida por un medio ácido, ver más adelante), ya que los haluros de hidrógeno también son ácidos.

NOTA: en la EBAU no se pedirá distinguir entre sustituciones nucleófilas y electrófilas. Con saber que se trata de reacciones de sustitución es suficiente.

B) REACCIONES DE ADICIÓN:

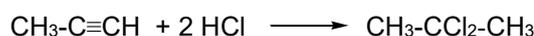
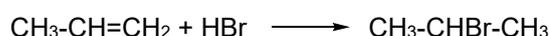
- Estas reacciones tienen lugar sobre un enlace múltiple (un doble o triple enlace).
- El sustrato incorpora a su estructura dos átomos o grupos de átomos del reactivo atacante, uno a cada lado del enlace múltiple.

b1) Adición de agua a alquenos para dar **alcoholes**, prediciendo el producto resultante según la **Regla de Markovnikov**: *el H se enlaza al átomo de C menos sustituido (con más hidrógenos).*



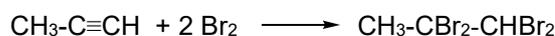
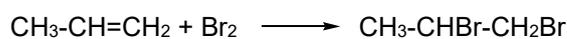
No se preguntará la adición de agua a alquinos, ya que forman enoles que tautomerizan a cetonas.

b2) Adición de haluros de hidrógeno a alquenos y alquinos para dar **halo- o dihaloalcanos**, prediciendo el producto resultante según la **Regla de Markovnikov**:



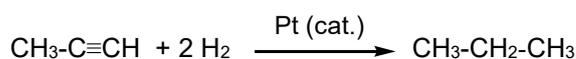
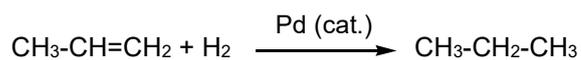
Con alquinos se produce la doble adición. Se indicarán dos moles del haluro de hidrógeno.

b3) Halogenación de alquenos y alquinos por reacción con **halógenos**, para dar **dihalo- o tetrahaloalcanos**:



Con alquinos se produce la doble adición. Se indicarán dos moles del reactivo halógeno.

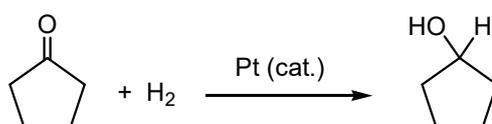
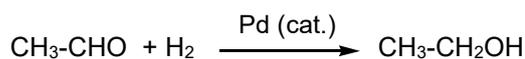
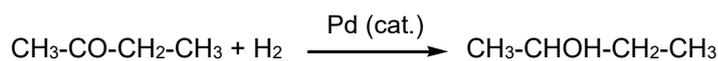
b4) Hidrogenación de alquenos y alquinos por reacción con **H₂** en presencia de **Pd** o **Pt** como catalizador, para dar **alcanos**:



Con alquinos se produce la doble adición. Se indicarán dos moles de H₂ como reactivo.

Estas reacciones pueden considerarse también como una reducción.

b5) Hidrogenación de cetonas y aldehídos por reacción con **H₂** en presencia de **Pd** o **Pt** como catalizador, para dar **alcoholes**:



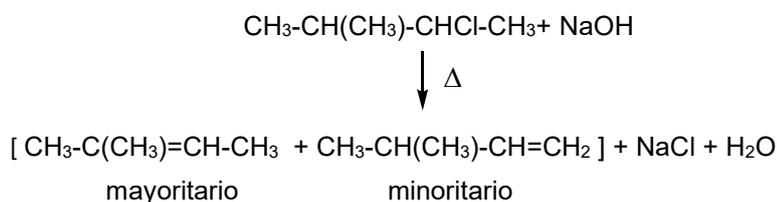
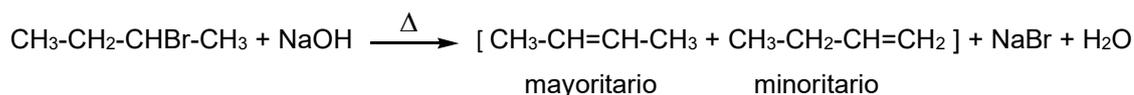
Estas reacciones pueden considerarse también como una reducción

No se preguntarán hidrogenaciones de compuestos en los que además del grupo carbonilo haya un doble o triple enlace carbono-carbono.

C) REACCIONES DE ELIMINACIÓN:

- El sustrato pierde dos átomos o grupos de átomos, transformándose en un compuesto insaturado (constituyen el proceso contrario a las reacciones de adición).
- Deben indicarse siempre los subproductos de reacción (NaBr, H₂O...)

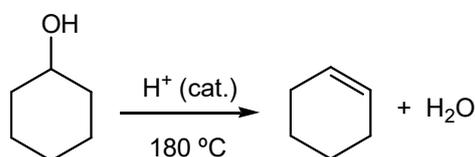
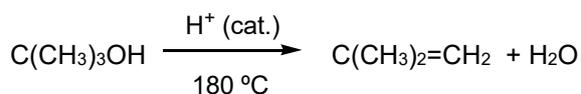
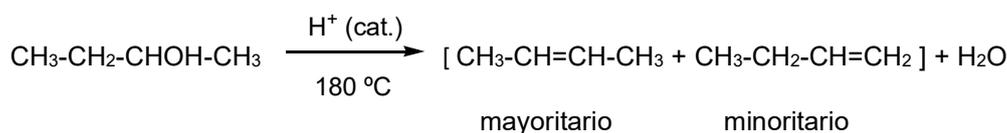
c1) Deshidrohalogenación de haloalcanos promovida por un medio básico (**KOH** o **NaOH**). Se forman los dos isómeros posibles, siendo el mayoritario el que sigue la **Regla de Saytzeff**: *el H se elimina del átomo de C más sustituido (con menos hidrógenos)*.



*Estas reacciones están en competencia con las de sustitución, ya que el anión hidróxido es también un buen nucleófilo. La eliminación se favorece en caliente, por lo que en las condiciones de reacción se indicará que se suministra calor, mediante el **símbolo Δ***

(NOTA: La eliminación también está favorecida para sustratos secundarios y terciarios)

c2) Deshidratación de alcoholes promovida por un medio ácido **en caliente (H⁺, 180°C)**. Se forman los dos isómeros posibles, siendo el mayoritario el que sigue la **Regla de Saytzeff**: *el H se elimina del átomo de C más sustituido (con menos hidrógenos)*.



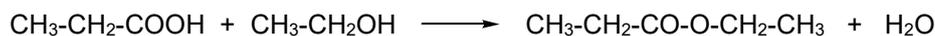
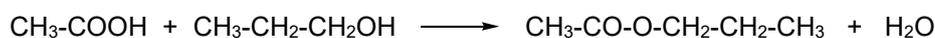
Los alcoholes primarios tienden a condensar en medio ácido para dar éteres (ver más adelante). Como la deshidratación se ve favorecida (frente a la condensación) a elevadas temperaturas, las condiciones de la deshidratación se indicarán como “H⁺ (cat.), 180 °C”, aunque esta alta temperatura no sea necesaria con alcoholes secundarios o terciarios. El orden de reactividad en las reacciones de deshidratación es alcohol 1° < alcohol 2° < alcohol 3°

Por el contrario, en las reacciones de condensación de alcoholes primarios para dar éteres se partirá de 2 moles del alcohol y no se indicará que la reacción se realiza en caliente (ver más adelante).

D) REACCIONES DE CONDENSACIÓN:

- Dos moléculas de sustrato se unen dando lugar a otra mayor, con pérdida de una molécula de H₂O (debe indicarse la formación de H₂O como subproducto de reacción).

d1) Esterificación: se forma un **éster** por condensación de un **ácido carboxílico** y un **alcohol**



d2) Amidación: se forman **amidas** por condensación de un **ácido carboxílico** con **amoníaco** (NH₃) o una **amina** (RNH₂)



Estas reacciones se calientan para favorecer la condensación frente a la reacción ácido-base que daría lugar a la formación de una sal de amonio como p. ej. (R-COO)⁻ (NH₄)⁺

d3) Síntesis de éteres por condensación de **dos alcoholes**, promovida por medio ácido:



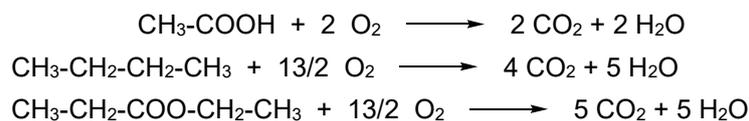
Estas reacciones se suelen realizar con alcoholes primarios, ya que los alcoholes secundarios y terciarios en estas condiciones suelen sufrir deshidratación para dar alquenos (ver apartado anterior).

Se parte de dos moles de un mismo alcohol, por lo que se forma un éter simétrico. (Si se partiera de dos alcoholes primarios distintos, se formaría una mezcla de éteres, debido a la condensación entre moléculas iguales y distintas).

E) REACCIONES REDOX:

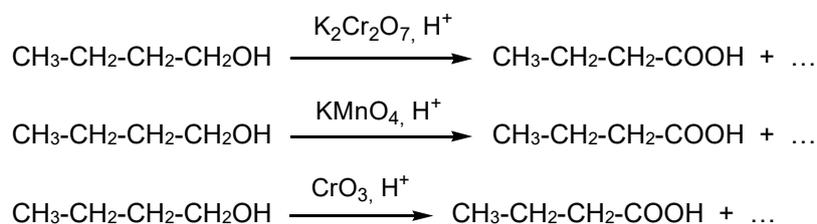
NOTA IMPORTANTE: Cuando se pregunta el tipo de reacción, es suficiente con poner “**redox**” (no es necesario especificar si se trata de una oxidación o reducción)

e1) Combustión (un hidrocarburo o un compuesto orgánico oxigenado reaccionan con O₂ para dar CO₂ y H₂O):



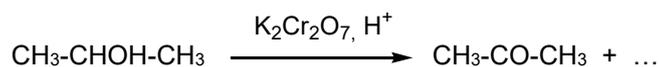
Estas reacciones deben estar ajustadas (también el O₂)

e2) Oxidación de alcoholes primarios a ácidos carboxílicos con agentes oxidantes como **KMnO₄**, **K₂Cr₂O₇** o **CrO₃** (estas reacciones suelen llevarse a cabo en medio ácido):

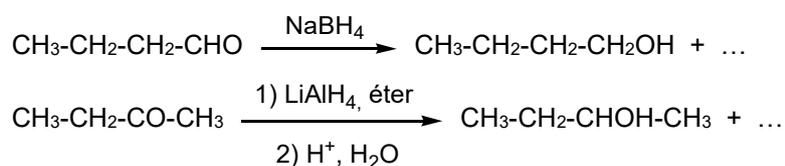


No se preguntarán oxidaciones de alcoholes únicamente a aldehído.

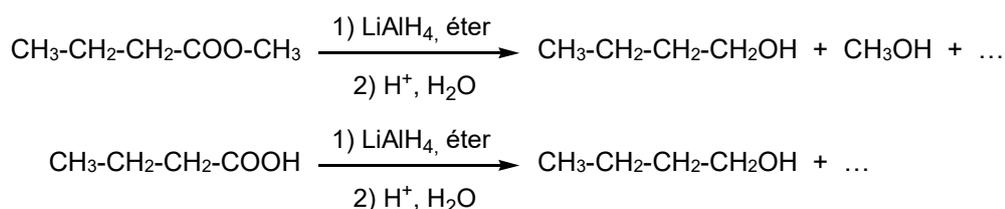
e3) Oxidación de alcoholes secundarios a cetonas con agentes oxidantes como **KMnO₄**, **K₂Cr₂O₇** o **CrO₃** en medio ácido. En este caso no se puede producir la oxidación hasta ácido carboxílico, por lo que ésta se detiene en la cetona:



e4) Reducción de aldehídos y cetonas a alcoholes, con **NaBH₄** o **LiAlH₄** (indistintamente).



e5) Reducción de ésteres y ácidos carboxílicos a alcoholes con **LiAlH₄**.



(NOTA: El NaBH₄ no es lo suficientemente reactivo para realizar estas reducciones)

En todas estas reacciones de oxidación y reducción, los puntos suspensivos indican que faltarían más productos (derivados del agente oxidante o reductor)