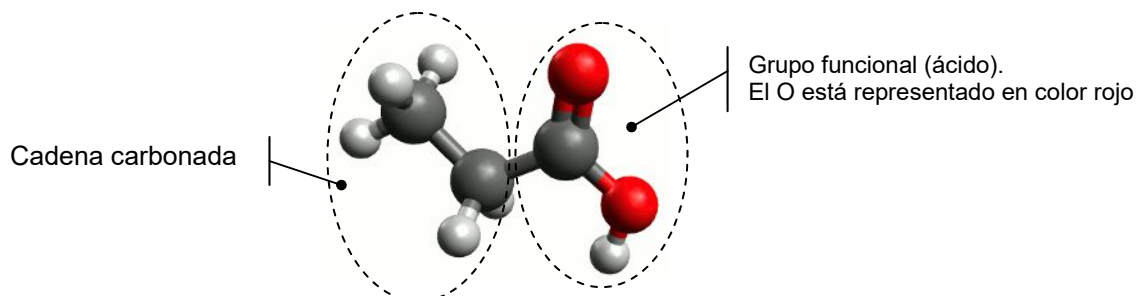


Química Orgánica

Grupos funcionales con oxígeno o nitrógeno

IES La Magdalena.
Avilés. Asturias

La parte carbonada constituye el esqueleto fundamental de las moléculas orgánicas. En esta estructura básica se pueden insertar átomos distintos del carbono (principalmente oxígeno y nitrógeno) que forman los **grupos funcionales con oxígeno o nitrógeno**



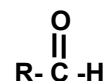
Es evidente que la introducción de átomos tales como el oxígeno o el nitrógeno va a condicionar la aparición de **centros reactivos en las moléculas**, ya que su elevada electronegatividad va a polarizar los enlaces dando lugar a diversos efectos electrónicos que caracterizarán la reactividad del grupo.

Grupos funcionales que contienen oxígeno: (R o R' indican radicales de alquilo)

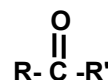
- **Alcohol.** El grupo funcional característico es el **grupo hidroxilo**, -OH, que puede sustituir a uno de los hidrógenos unidos al carbono: **R-CH₂OH**.
- **Éter.** El grupo funcional de los éteres está constituido **por un átomo de oxígeno enlazado a dos radicales de alquilo**: **R-O-R'**
- **Aldehído o Cetona.** El grupo funcional es el **carbonilo**: un oxígeno unido mediante un doble enlace al carbono.



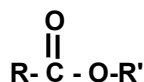
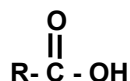
Si la sustitución se realiza en **un carbono de final de cadena, primario**, (-CH₃) el compuesto es un **aldehído**.



Si la sustitución se hace en un **carbono secundario** (-CH₂-), tendremos una **cetona**.

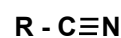


- **Ácido.** El grupo funcional es el **carboxilo**: combinación de un grupo carbonilo y un hidroxilo sobre un carbono final de cadena (primario)
- **Éster.** El grupo funcional es el **éster**: un grupo carboxilo en el que el hidrógeno se ha sustituido por un radical de alquilo

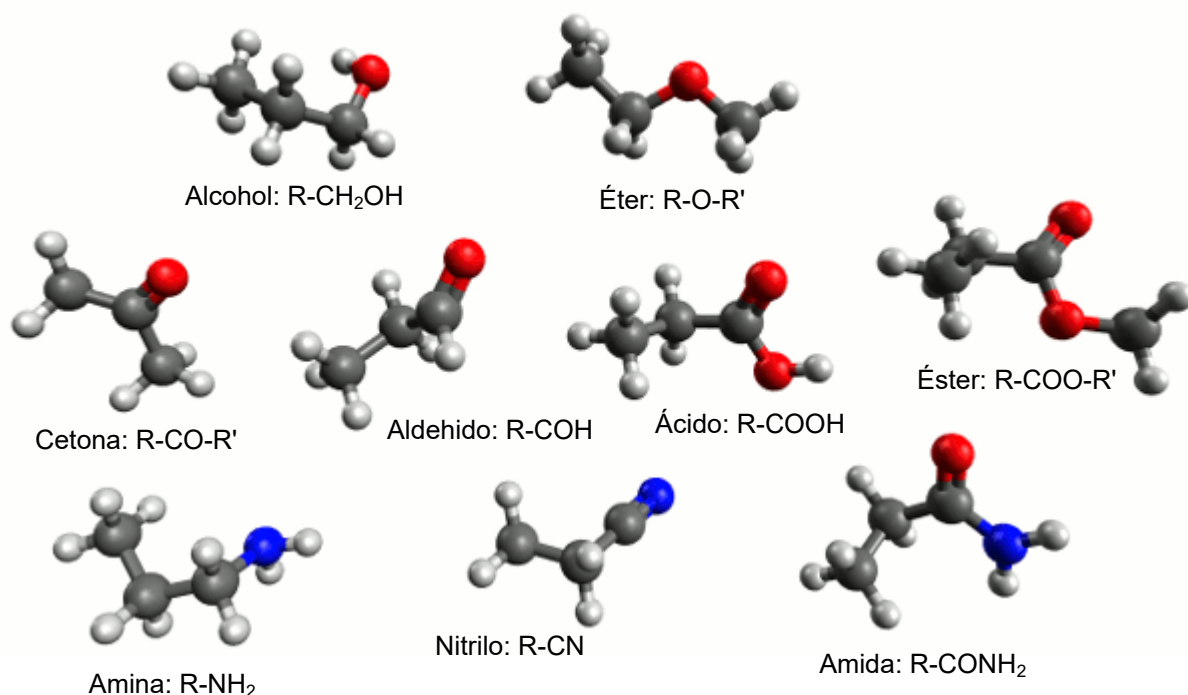


Grupos funcionales que contienen nitrógeno: (R o R' indican radicales de alquilo)

- **Amina.** El grupo funcional característico es el **grupo amina**, -NH₂, que puede sustituir a uno de los hidrógenos unidos al carbono: **R-NH₂**
- **Nitrilo.** El grupo funcional es el **nitrilo**, en el que **un nitrógeno se une mediante triple enlace a un carbono (primario)**.
- **Amida.** El grupo funcional es el **amida**, en el que **el grupo hidroxilo de un ácido se sustituye por un grupo amina**.



Grupos funcionales con oxígeno o nitrógeno

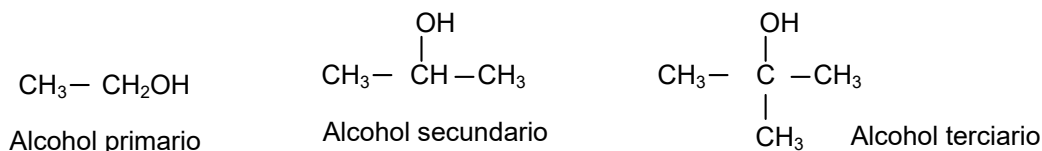


Alcoholes

Grupo funcional: -OH (hidroxilo). Presentan isomería de posición

Los alcoholes resultan de la sustitución de uno o más átomos de hidrógeno de un hidrocarburo por grupos hidroxilo (-OH). Si la sustitución tiene lugar en un hidrocarburo alifático se obtienen los alcoholes propiamente dichos y si es aromático se obtienen los **fenoles**.

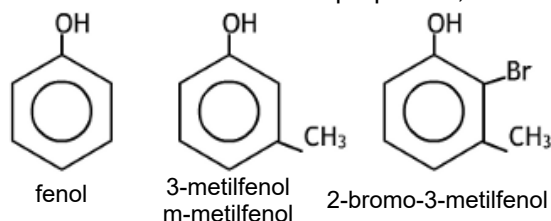
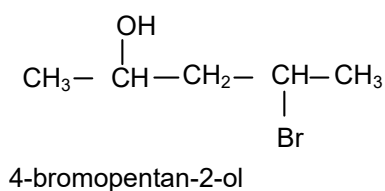
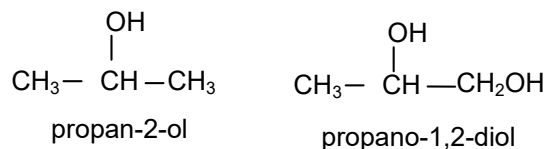
Los alcoholes se pueden clasificar en primarios, secundarios o terciarios en función de que el grupo -OH se encuentre unido a un carbono primario, secundario o terciario:



Nomenclatura

- Se nombran añadiendo la **terminación -ol** al hidrocarburo correspondiente.
- **El grupo alcohol tiene preferencia sobre las insaturaciones.** La cadena, por tanto, se numera de forma que los grupos -OH tengan los números más bajos posibles.
- La posición del grupo -OH se indica (si es necesario) mediante un localizador. **Los localizadores se colocan inmediatamente antes de la terminación característica del compuesto (-ol).**
- Cuando en la molécula hay grupos con prioridad (aldehidos, ácidos...) el grupo OH se nombra como sustituyente con la palabra HIDROXI

Ejemplos: CH₃OH Metanol. Alcohol metílico
 CH₃—CH₂OH Etanol. Alcohol etílico



Éteres

Grupo funcional: R -O-R' (éter).

En los éteres **un átomo de oxígeno enlaza dos radicales de alquilo: R-O-R'**

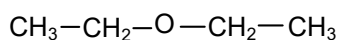
Los éteres se pueden considerar derivados de los hidrocarburos por sustitución de un hidrógeno por el radical -O-R (alcoxi), o bien derivados de los alcoholes si consideramos que el hidrógeno del grupo hidroxilo se ha sustituido por un radical de alquilo.

Si los dos radicales de alquilo son iguales se dice que el éter es simétrico y si son diferentes, asimétrico.

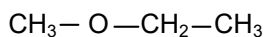
Nomenclatura

- La IUPAC considera los éteres como alcanos con un sustituyente **alcoxi**. Como estructura fundamental se considera al alcano más complejo.
- Se nombran los radicales (por orden alfabético) unidos al átomo de oxígeno seguidos de **la palabra éter**.

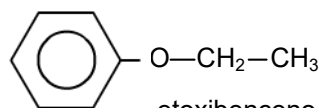
Ejemplos:



etoxietano
dietil éter

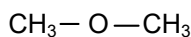


metoxi etano
etil metil éter

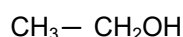


etoxibenceno
etil fenil éter

Los alcoholes y los éteres presentan **isomería de función** ya que pueden presentar la misma fórmula empírica y **tienen distinto grupo funcional** (distinta función química)



dimetil éter



etanol

Aldehídos y cetonas

Grupo funcional: $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}- \end{array}$ (**carbonilo**).

El grupo carbonilo consta de un oxígeno unido mediante un doble enlace al carbono. Puede estar situado en un carbono primario o en uno secundario



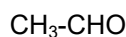
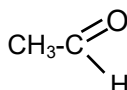
Aldehídos

En los aldehídos el grupo carbonilo se encuentra en un carbono primario: $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$

Nomenclatura:

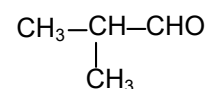
- Los aldehídos tienen preferencia sobre cetonas, alcoholes, éteres e insaturaciones, por lo que **la cadena se empieza a numerar por el extremo en que se encuentra el grupo carbonilo**.
- Se nombran cambiando la terminación del hidrocarburo **por -AL**
- Cuando el grupo -CHO se encuentra unido a un ciclo se nombra con el nombre del ciclo y la palabra **carbaldehído**.

Ejemplos:

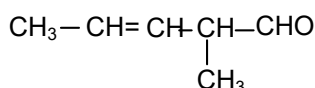


metanal
formaldehído

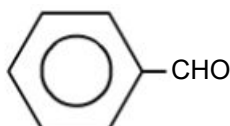
etanal
acetaldéhído



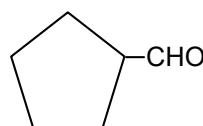
metilpropanal



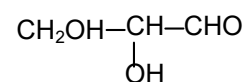
2-metilpent-3-enal



benzaldehído



ciclopentanocarbaldehído



2,3-dihidroxiopropanal
gliceraldehído

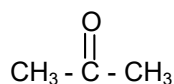
Cetonas

En las cetonas el grupo carbonilo se encuentra en un carbono secundario: $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$

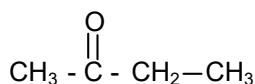
Nomenclatura:

- Las cetonas tienen preferencia sobre alcoholes, éteres e insaturaciones, por lo que **la cadena se numera de tal forma que el grupo carbonilo tenga el número más bajo posible**
- Se nombran cambiando la terminación del hidrocarburo **por -ONA o nombrando los radicales unidos al grupo carbonilo (por orden alfabético) seguidos de la palabra CETONA.**
- Cuando el grupo carbonilo está en una cadena y no es el grupo principal se nombra como **OXO**

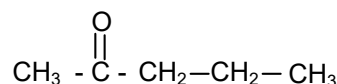
Ejemplos:



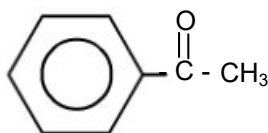
propanona
dimetil cetona
acetona



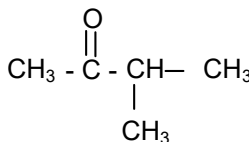
butanona
etil metil cetona



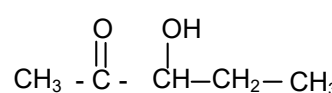
pentan-2-ona
metil propil cetona



fenil metil cetona
acetofenona



metilbutanona



3-hidroxipentanona

Los aldehídos y las cetonas presentan isomería de función, no de posición, ya que aunque ambos tienen el grupo carbonilo, la función aldehído y la función cetona se consideran diferentes.

Ácidos carboxílicos y sus sales

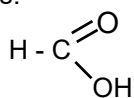
Grupo funcional: $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ (**carboxilo**).

La función ácido se caracteriza por la relativa facilidad con la que el hidrógeno del grupo carboxilo (hidrógeno ácido) puede ser sustituido por metales para formar sales o por radicales de alquilo para formar ésteres.

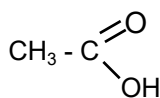
Nomenclatura:

- Los ácidos tienen preferencia sobre todas las funciones orgánicas por lo que **la cadena se empieza a numerar por el extremo en que se encuentra el grupo carboxilo.**
- Se nombran con la palabra **ácido** y cambiando la terminación del hidrocarburo **por -OICO o por -ICO**

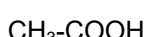
Ejemplos:



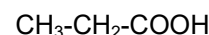
ácido metanoico
ácido fórmico



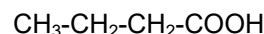
ácido etanoico
ácido acético



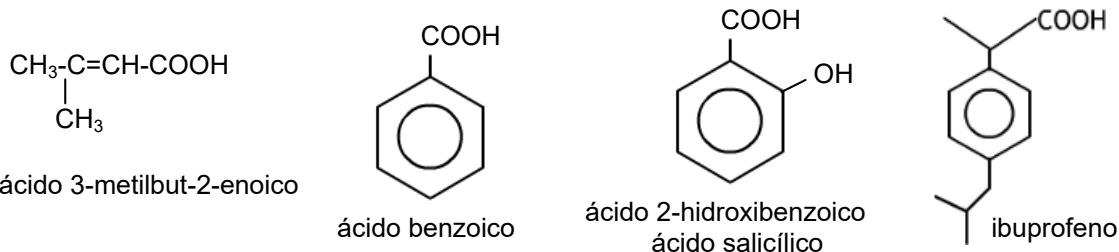
ácido etanodioico
ácido oxálico



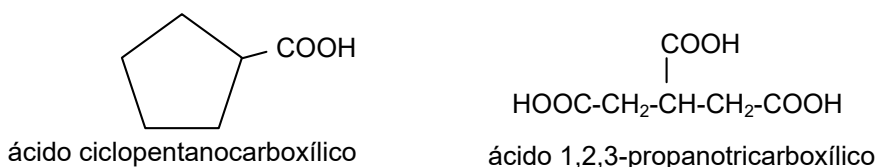
ácido propanoico
ácido propiónico



ácido butanoico
ácido butírico

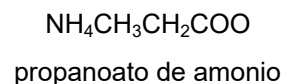
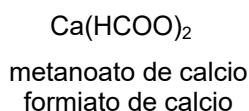
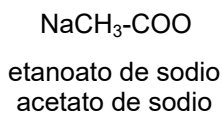


- Si la función ácido se localiza en un ciclo, o existen varios grupos ácido en una molécula, se pueden considerar a los grupos carboxílicos como sustituyentes del hidrocarburo, nombrándolos con la palabra **CARBOXÍLICO**.



Las sales de los ácidos orgánicos resultan de la sustitución del hidrógeno ácido (el del grupo carboxílico) por un metal. Se nombran cambiando la terminación ICO del ácido por **ATO**, característica de las sales.

Ejemplos:



Ésteres

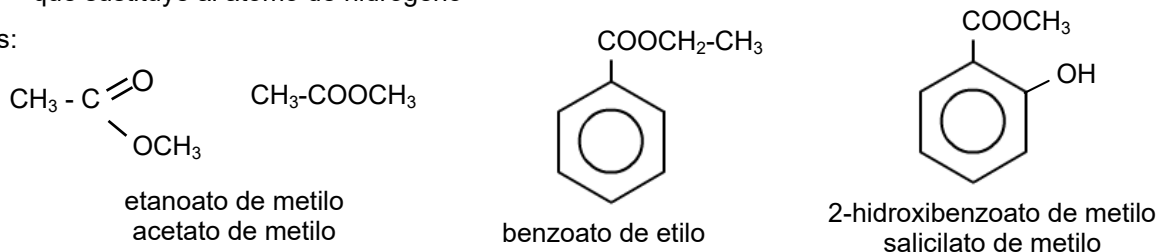


Los ésteres resultan al **sustituir el hidrógeno ácido de los ácidos por un radical de alquilo**.

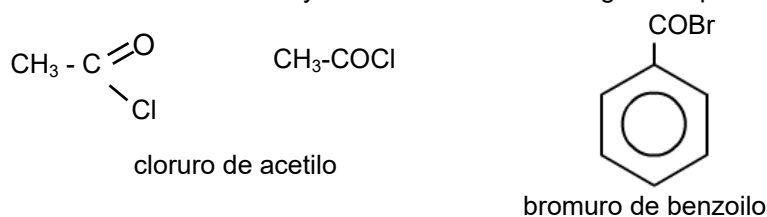
Nomenclatura:

- Se nombran cambiando la terminación ICO del ácido por **ATO**, seguido del nombre del radical que sustituye al átomo de hidrógeno

Ejemplos:



En los **haluros de ácido** se sustituye el OH de los ácidos orgánicos por un halógeno:

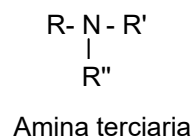
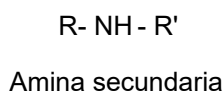
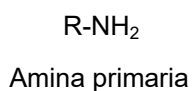


Aminas

Grupo funcional: R- NH₂

Las aminas pueden considerarse como **derivados de los hidrocarburos** al sustituir un átomo de hidrógeno por el **grupo -NH₂ (amino)**. También **pueden considerarse derivados del amoniaco (NH₃) al sustituir sus hidrógenos por radicales de alquilo**.

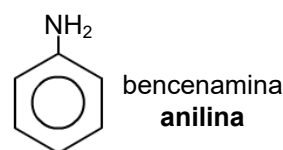
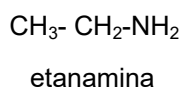
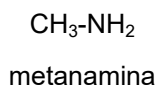
Según el número de hidrógenos sustituidos podemos tener aminas primarias, secundarias o terciarias:



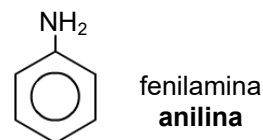
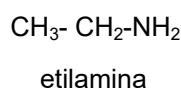
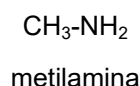
Nomenclatura:

- Considerándolas derivados de los hidrocarburos, las aminas primarias se nombran **reemplazando la terminación o del alcano por AMINA (recomendación IUPAC)**.

Ejemplos:

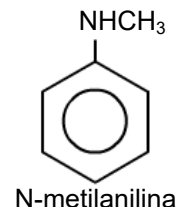
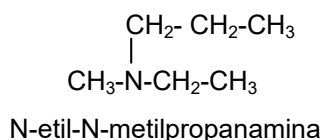
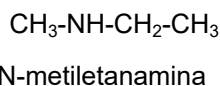


- Si las consideramos derivados del amoniaco **se nombran con el nombre del radical de alquilo y la palabra AMINA** (admitido por la IUPAC):

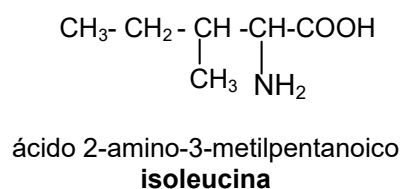
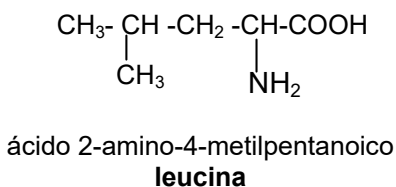
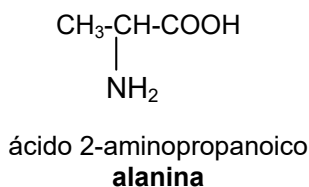


- Las aminas secundarias y terciarias se nombran tomando como amina el radical más complejo y los otros, considerados sustituyentes, se nombran anteponiendo una N- a los nombres de los radicales correspondientes. Si uno de los radicales es el fenilo, en general, se toma la anilina como amina base.

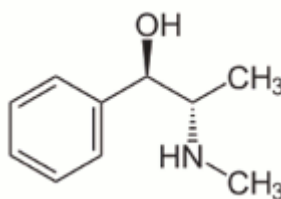
Ejemplos:



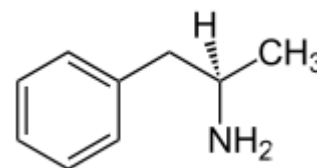
- Cualquier función oxigenada tiene preferencia sobre las aminas (por ejemplo los ácidos). Cuando la función amina está como radical se nombran como **AMINO**.



La efedrina es una amina a partir de la cual se sintetizan las anfetaminas



Efedrina



Anfetamina

Nitrilos

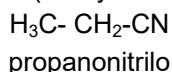
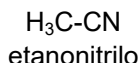
Grupo funcional: R - C≡N

Los nitrilos o cianuros podemos considerarlos **derivados del ácido cianhídrico (HCN)** al sustituir el H por radicales de alquilo (**cianuros de alquilo**) o como **derivados de los hidrocarburos** al sustituir un átomo de hidrógeno por el **grupo -CN (ciano)**.

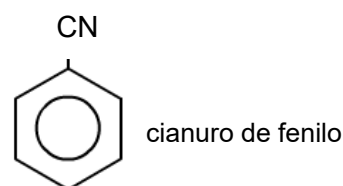
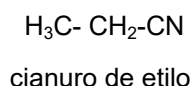
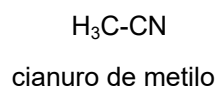
Nomenclatura:

Se pueden nombrar de tres formas distintas:

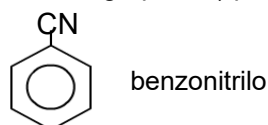
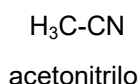
- Como derivados de los hidrocarburos: añadiendo la palabra **NITRILO** al nombre del hidrocarburo con igual número de átomos de carbono (incluyendo el carbono del grupo CN)



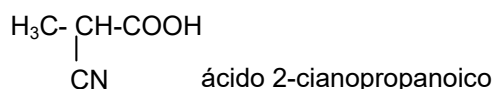
- Como derivados del ácido cianhídrico (HCN): palabra **cianuro** seguida del nombre del radical de alquilo que sustituye al hidrógeno ácido.



- Considerando que los ácidos carboxílicos pueden obtenerse a partir de los nitrilos por hidrólisis ($\text{RCN} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{R}-\text{COOH}$) los nitrilos se pueden nombrar cambiando la terminación ico del ácido de igual número de átomos de carbono (incluyendo el del grupo CN) por **NITRILO**.



- Solo los ácidos y sus derivados tienen preferencia sobre los nitrilos. Cuando el grupo nitrilo se nombra como sustituyente se nombra como **CIANO**



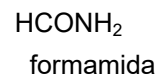
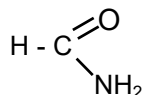
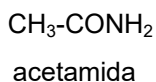
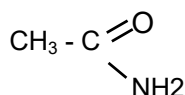
Amidas

Grupo funcional: R - C(=O) - NH₂

Las amidas se consideran derivados de los ácidos carboxílicos en los que se ha sustituido el grupo OH del grupo carboxílico por un grupo **-NH₂**

Nomenclatura:

- Se nombran cambiando la terminación oico o ico de los ácidos por **AMIDA**



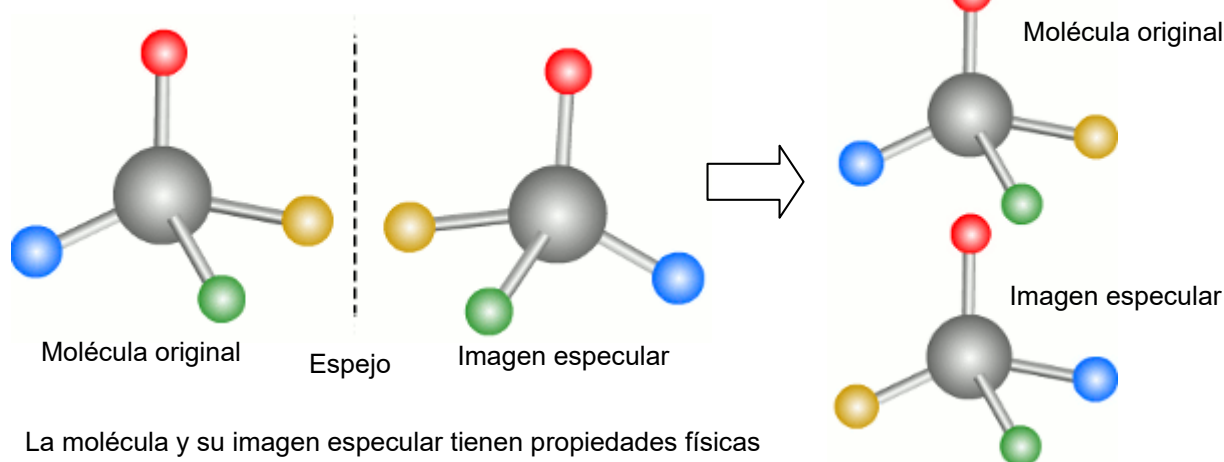
Orden de preferencia de los grupos en compuestos polifuncionales

ácidos>ésteres>amidas=sales>nitrilos>aldehídos>cetonas>alcoholes>aminas>éteres>insaturaciones (dobles>triples)>hidrocarburos saturados.

Isomería óptica

Ampliación

Si consideramos una molécula (ver figura) en la que **el carbono se une a cuatro sustituyentes distintos** observamos que **su imagen especular no es idéntica a la molécula original ya que ambas no son superponibles**. Se dice que **la molécula es quiral**.

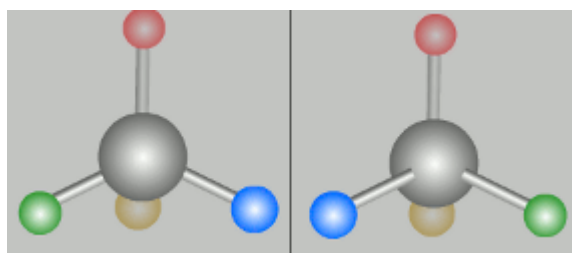


La molécula y su imagen especular tienen propiedades físicas (puntos de fusión y ebullición, densidad... etc) idénticas, diferenciándose únicamente en su comportamiento frente a la luz polarizada, ya que **una de las formas desvía el plano de polarización en un sentido y la otra en sentido contrario**

La molécula original y su imagen especular no son idénticas (no son superponibles)

Para que una molécula sea quiral debe de tener un **carbono asimétrico o carbono estereogénico. Esto es, un carbono unido a cuatro grupos distintos**.

Cuando una molécula es quiral se dice que presenta **isomería óptica o estereoisomería** y los isómeros ópticos que son imágenes especulares uno del otro reciben el nombre de **enantiomorfos**.



Proyecciones de Fischer de las moléculas situadas en la imagen superior

Con el fin de facilitar la representación en el plano se utilizan las **proyecciones de Fischer**.

Si nos imaginamos a la molécula situada frente a nosotros (ver imagen), dos de los sustituyentes enlazados al carbono quedarán situados por encima del plano del papel (azul y verde) y los otros dos (amarillo y rojo), por detrás. Si los proyectamos sobre el plano quedarán en la forma en que se muestra en la imagen situada debajo, en la que se puede observar la relación especular entre ambas formas.

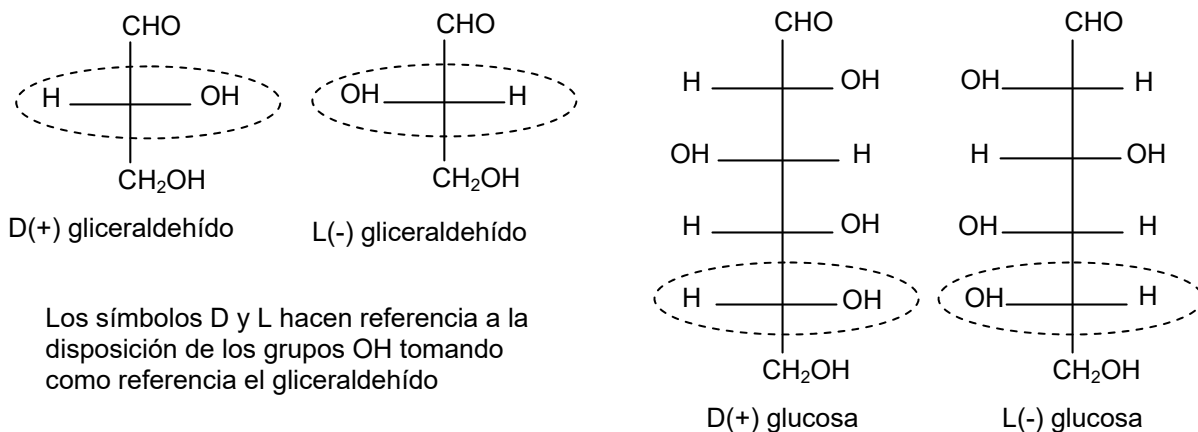
Las proyecciones de Fischer pueden ser rotadas o trasladadas **en el plano, pero no se pueden efectuar rotaciones que impliquen que los átomos se salgan del plano del papel**.

Observar que los carbonos no se representan y están situados en la intersección de las líneas horizontales y verticales.

Aunque los enantiomorfos por separado presentan actividad óptica (desvían el plano de polarización de la luz determinados grados, un isómero a la derecha y el otro a la izquierda), si preparamos una mezcla equimolecular de ambos, **la mezcla será ópticamente inactiva** (no desviará el plano de polarización de la luz), ya que la desviación causada por las moléculas de uno de los isómeros es compensada por las del otro isómero. Tenemos entonces una **mezcla racémica**, inactiva ópticamente por **compensación externa**.

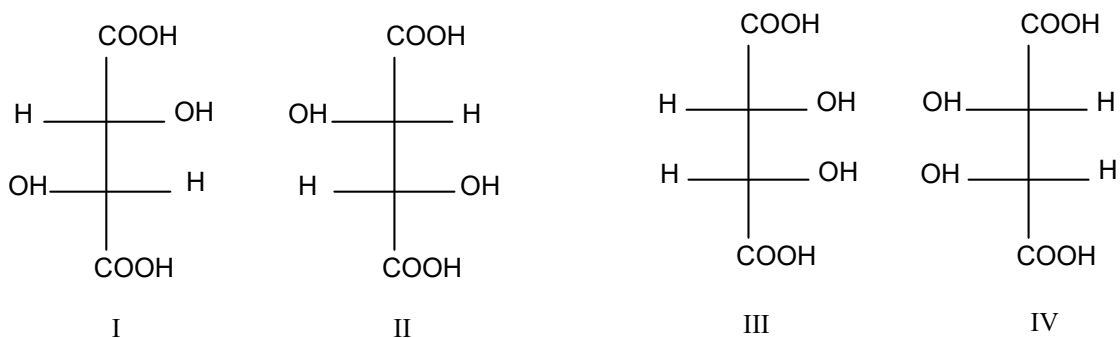
Los isómeros ópticos se distinguen incluyendo entre paréntesis **un signo positivo** que indica que la desviación del plano de polarización se realiza **hacia la derecha (forma dextrógira)** o **negativo, hacia la izquierda (forma levógira)**.

Fischer tomó como referencia en sus estudios la molécula de **gliceraldehído** (2,3-dihidroxiopropanal) y asignó **la letra D a la que tiene el grupo OH a la derecha y la letra L a la que tiene el grupo OH a la izquierda**. Los símbolos **D y L, por tanto, hacen referencia a la disposición de los grupos OH en el gliceraldehído, no al carácter dextrógiro o levógiro de las moléculas** (que se indica con el signo + ó -)



Las moléculas que tengan más de un carbono asimétrico requieren una nueva discusión.

El ácido tartárico (2,3-dihidroxibutanodioico), por ejemplo, posee dos carbonos asimétricos, por lo que da lugar a cuatro isómeros (en general si n es el número de carbonos asimétricos, tendremos 2^n isómeros) que se muestran en la figura



I y II son enantiomorfos (imágenes especulares), lo mismo que III y IV.

I y III, por ejemplo, son isómeros, pero no enantiomorfos. **Los isómeros ópticos que no son imágenes especulares reciben el nombre de diastereoisómeros.**

Las formas III y IV son ópticamente inactivas ya que poseen un plano de simetría y la actividad levógira de una parte queda compensada con la dextrógira de la otra. Son las llamadas **formas meso, que son ópticamente inactivas por compensación interna.**

