

TEMA 2

CLASIFICACION Y NOMECLATURA DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS

1. Concepto de radical y grupo funcional.
Series homólogas.
2. Principales tipos de compuestos orgánicos.
Formulación y nomenclatura.

TEMA 2. CLASIFICACION Y NOMECLATURA DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS.

1. Concepto de radical y grupo funcional. Series homólogas. 2. Principales tipos de compuestos orgánicos. Formulación y nomenclatura.

1. Concepto de radical y grupo funcional. Series homólogas

En Química Orgánica se conoce como **grupo funcional** al átomo, o grupo de átomos, que define la estructura de una familia particular de compuestos orgánicos y al mismo tiempo determina sus propiedades.

A continuación, se indican tabuladas las distintas familias de los compuestos orgánicos con indicación de su grupo funcional.

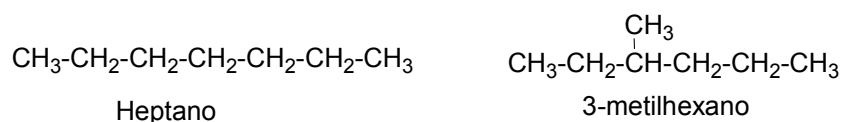
FAMILIA	G. FUNCIONAL	EJEMPLO
ALCANOS	R-R''	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
ALQUENOS	R-CH=CH-R'	CH ₃ -CH=CH-CH ₃
ALQUINOS	R-C≡C-R'	CH ₃ -C≡C-CH ₃
ALCOHOLES	R-OH	CH ₃ -CH ₂ -OH
HALOALCANOS(X = Cl, Br ó I)	R-X	CH ₃ -CH ₂ -Br
ÉTERES	R-O-R'	CH ₃ -O-CH ₂ -CH ₃
ALDEHIDOS	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -CHO
CETONAS	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$	CH ₃ -CO-CH ₂ -CH ₃
ÁCIDOS	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -COOH
ÉSTERES	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -COO-CH ₃
AMINAS	R-NR'R''	CH ₃ -CH ₂ -NH ₂
AMIDAS	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NR}'\text{R}''\text{R}''' \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ CONHCH ₃
NITRILOS	R-C≡N	CH ₃ -CH ₂ -CN

Para cada una de las familias se señala en **negrita** el grupo funcional y se representa con una R la parte alquílica, que en Química Orgánica es un simbolismo que hace referencia a una cadena de átomos de carbono. Las reacciones típicas de la familia ocurren en el átomo, o grupo de átomos, que constituyen el grupo funcional.

2. Principales tipos de compuestos orgánicos

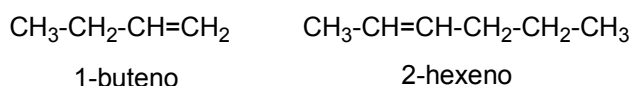
2.1. Hidrocarburos

Los **alcanos**, o hidrocarburos saturados, son compuestos que sólo contienen carbono e hidrógeno. Estos compuestos pueden ser lineales, como el heptano, o ramificados, como el 3-metilhexano, un isómero del heptano.

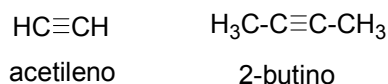


La unión entre los átomos de carbono se realiza mediante enlaces simples C-C. Son los principales componentes de los combustibles (gas natural y gas licuado de petróleo), la gasolina, el aceite para motores y la parafina.

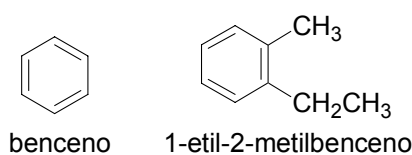
Los **alquenos**, son hidrocarburos que contienen al menos un enlace doble C-C. Se denominan también **olefinas**.



Los **alquinos**, denominados también **hidrocarburos acetilénicos**, se caracterizan por poseer al menos un triple enlace C-C en su estructura.

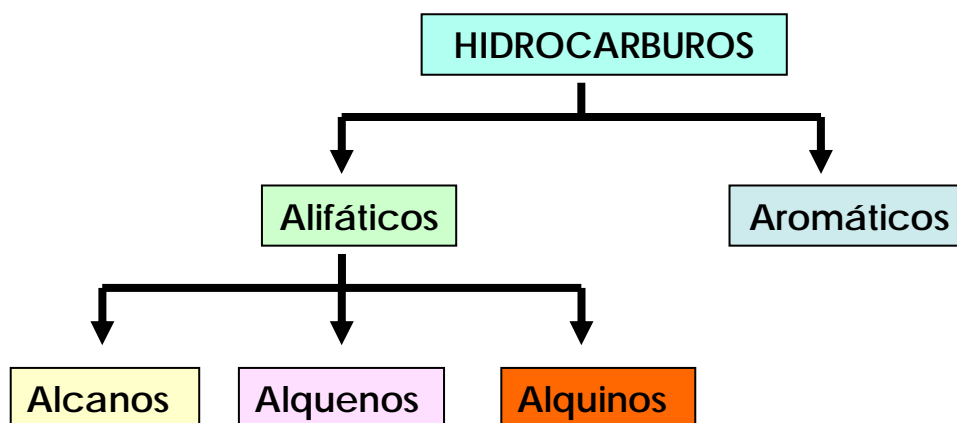


Por otra parte, existen hidrocarburos que presentan en su estructura uno o varios anillos aromáticos y por ello reciben el nombre de **hidrocarburos aromáticos**. El ejemplo más representativo de esta familia de compuestos orgánicos es el benceno.



Todos los hidrocarburos que presentan algún enlace múltiple en su estructura se denominan también **hidrocarburos insaturados**.

La clasificación de los hidrocarburos se representa gráficamente a continuación:



La fórmula general de los alcanos de cadena lineal (alcanos normales) es una cadena de grupos $-\text{CH}_2-$ (grupos metileno) con un átomo de hidrógeno en cada extremo. Los alcanos lineales se diferencian entre sí sólo por el número de metilenos de la cadena. A esta serie de compuestos, que sólo se diferencia en el número de grupos $-\text{CH}_2-$, se le llama **serie homóloga**, y a los miembros individuales de la serie se les llama homólogos. Por ejemplo, el butano es un homólogo del propano y ambos son homólogos del pentano.

CH_3	metano
CH_3CH_3	etano
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	propano
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	butano
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	pentano
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	hexano

Nomenclatura de los hidrocarburos

Hidrocarburos alifáticos

2.1.1. Hidrocarburos saturados: alcanos

a) Lineales

Se nombran con un prefijo que indica el número de C que posee y la terminación **-ANO**

CH_3	metano: un átomo de carbono
CH_3CH_3	etano: dos átomos de carbono
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	propano: tres átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	butano: cuatro átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	pentano: cinco átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	hexano: seis átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	heptano: siete átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	octano: ocho átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	nonano: nueve átomos de carbono
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	decano: diez átomos de carbono

b) Ramificados

Las cadenas laterales (radicales) formadas por átomos de carbono e hidrógeno que forman parte de cualquier compuesto orgánico se nombran utilizando el prefijo correspondiente según el número de átomos de carbono que posea (tal y como se acaba de ver para los alcanos lineales) y la terminación **-ILO**

CH_2^-	metilo
CH_3CH_2	etilo
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$	propilo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$	butilo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2$	pentilo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$	butilo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$	butilo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$	butilo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$	butilo

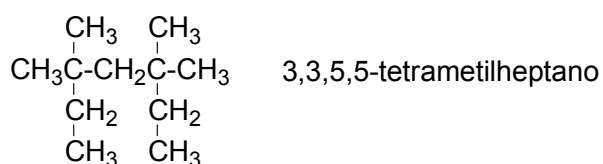
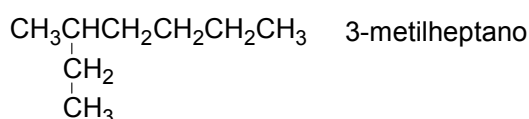
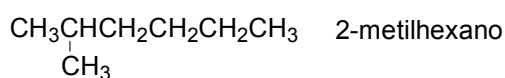
Para nombrar hidrocarburos ramificados hay que seguir los siguientes pasos:

1. Numerar la cadena más larga comenzando por el extremo más próximo al radical

2. Se escribe y nombra el número correspondiente a la posición del radical delante de su nombre

3. Si hay varios radicales iguales, el nombre del radical va precedido de un prefijo que indica el número de radicales (di-, tri- tetra-,...)

4. Los radicales distintos se nombran por orden alfabético, comenzando a numerar por el extremo más próximo a un radical



2.1.2. Hidrocarburos insaturados:

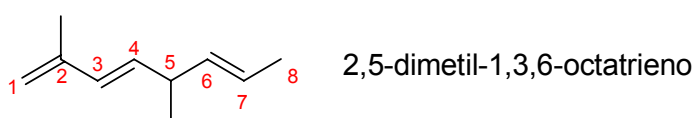
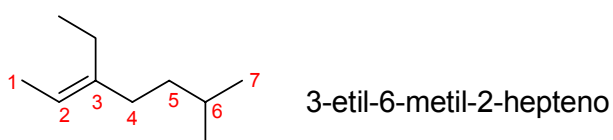
a) Alquenos

Son hidrocarburos en los que existen dobles enlaces. Estos hidrocarburos se nombran de la siguiente forma:

1. Los que sólo tienen un enlace doble se nombran cambiando la terminación –ano por **–ENO** indicando con un número la posición del doble enlace (empezando a contar por el extremo más próximo al doble enlace)

2. Si hay ramificaciones se toma como cadena principal la cadena más larga de las que contienen el doble enlace y para comenzar la numeración de los carbonos se realiza de manera que el doble enlace posea el número más pequeño posible.

3. Si contiene más de un doble enlace el sufijo es –diene, -trieno, -tetraeno,...



c) Alquinos

Son hidrocarburos con triples enlaces. Estos hidrocarburos se nombran de la siguiente forma:

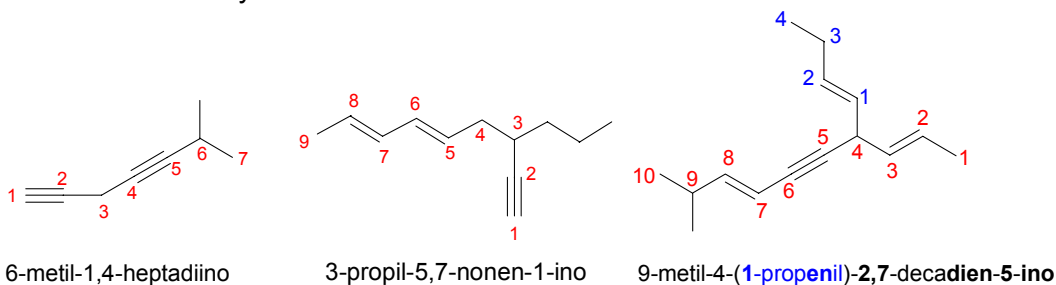
1. Los que sólo tienen un enlace doble se nombran cambiando la terminación –ano por **–INO** indicando con un número la posición del triple enlace (empezando a contar por el extremo más próximo al triple enlace)

2. Si hay ramificaciones y / o más de un triple enlace la nomenclatura es análoga a la de los alquenos.

3. Si hay dobles y triples enlaces se nombran en el orden –eno –ino con el localizador correspondiente de forma que sea lo más bajo posible independientemente de que las insaturaciones sean dobles o triples.

4. Cuando las ramificaciones también poseen insaturaciones, la cadena principal es aquella que cumple los siguientes requisitos:

1. Contiene mayor número de insaturaciones
2. Contiene mayor número de átomos de C
3. Contiene mayor número de dobles enlaces



2.1.3. Hidrocarburos aromáticos.

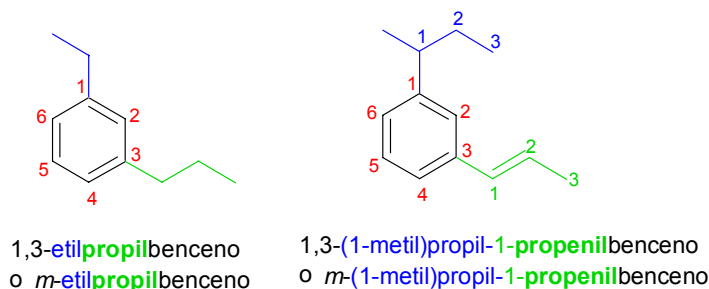
Todos los hidrocarburos aromáticos poseen en su estructura uno o más anillos de benceno más o menos sustituidos.

Los sustituyentes de un anillo bencénico se nombran como radicales seguidos de la palabra benceno.

Si hay dos sustituyentes su posición relativa se indica con los localizadores: o mediante los prefijos siguientes:

Localizadores prefijos

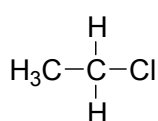
1-2	<i>o</i> - orto
1-3	<i>m</i> - meta
1-4	<i>p</i> - para



2.2. Haloalcanos o haluros de alquilo.

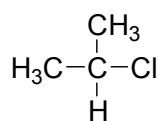
Son compuestos en los que por lo menos un átomo de hidrógeno de los hidrocarburos ha sido sustituido por un átomo de halógeno. Cuando el átomo de carbono que está unido al halógeno está unido también a otro átomo de carbono el haluro de alquilo se denomina primario. Si el átomo de carbono unido al halógeno está unido a otros dos átomos de carbono el haluro de alquilo es secundario. Si el átomo de carbono está unido al halógeno y a otros tres átomos de carbono el haluro es un haluro terciario:

Haluro de alquilo primario



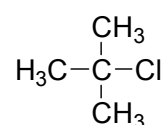
Cloroetano

Haluro de alquilo secundario



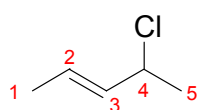
2-Cloro-propano

Haluro de alquilo terciario

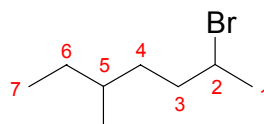


2-Cloro-2-metil-propano

Se nombran como si se tratara de hidrocarburos que poseen sustituyentes de manera que se da el nombre del halógeno precedido de su localizador seguido del nombre del hidrocarburo correspondiente:



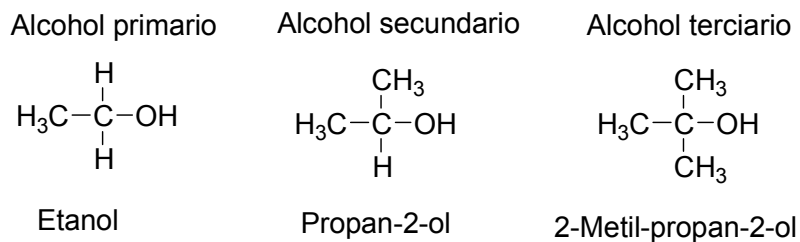
4-cloro-2-penteno



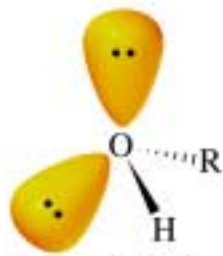
2-bromo-5-metilheptano

2.3. Alcoholes.

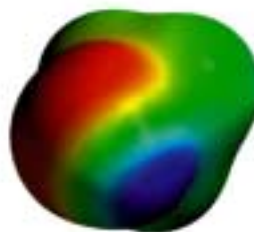
Son compuestos que poseen el grupo hidroxilo (-OH) en su estructura. Al igual que los haluros de alquilo, los alcoholes también pueden clasificarse en primarios, secundarios o terciarios, según el grado de sustitución del carbono que está unido al grupo hidroxilo.



Los alcoholes son compuestos muy polares debido a la presencia del grupo hidroxilo. En la siguiente figura se representa la estructura general de un alcohol así como el contorno de densidad electrónica del metanol, en el que se aprecia una zona coloreada en rojo, que es la situada en la proximidad del átomo de oxígeno, y una zona coloreada en azul, que denota falta de densidad electrónica y que corresponde al átomo de hidrógeno unido al oxígeno.



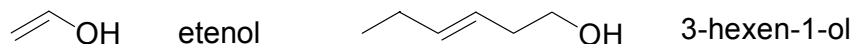
Estructura general de un alcohol (ROH)



Contorno de densidad electrónica del metanol (CH₃OH)

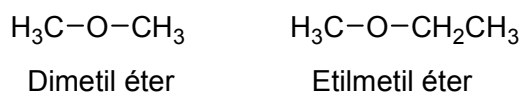
Algunos de los alcoholes son compuestos orgánicos muy comunes, como el metanol que se emplea como disolvente industrial y combustible en los coches de carreras, o el etanol que es el alcohol que se encuentra en las bebidas alcohólicas.

Se nombran añadiendo **-OL** al hidrocarburo de referencia numerando la cadena de forma que los localizadores de los grupos alcoholes sean lo más bajos posibles.

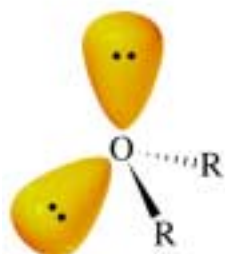


2.4. Éteres.

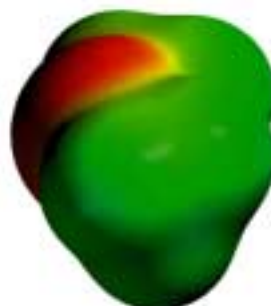
Los éteres poseen un átomo de oxígeno unido a dos cadenas alquílicas que pueden ser iguales o diferentes. El más conocido es el éter dietílico que se empleaba como agente anestésico en operaciones quirúrgicas.



En la siguiente figura se representa la estructura general de un éter así como el contorno de densidad electrónica del dimetiléter. La zona de mayor densidad electrónica (coloración en rojo) corresponde a la región situada alrededor del átomo de oxígeno.

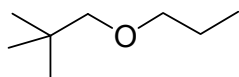


Estructura general de un éter

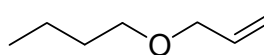


Contorno de densidad electrónica del dimetil éter (CH₃OCH₃)

Los éteres se nombran colocando el nombre de las dos cadenas alquílicas que se encuentran unidas al átomo de oxígeno, una a continuación de la otra, y, finalmente, se añade la palabra éter.



2,2-dimetilpropilpropil éter

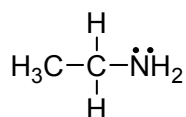


butil-2-propenil éter

2.5. Aminas.

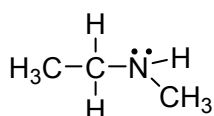
Son compuestos que poseen el grupo amino en su estructura. Se consideran compuestos derivados del amoníaco, por tanto, presentan propiedades básicas. También pueden clasificarse como primarias, secundarias o terciarias, según el grado de sustitución del átomo de nitrógeno.

Amina primaria



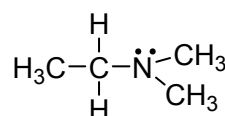
Etilamina

Amina secundaria



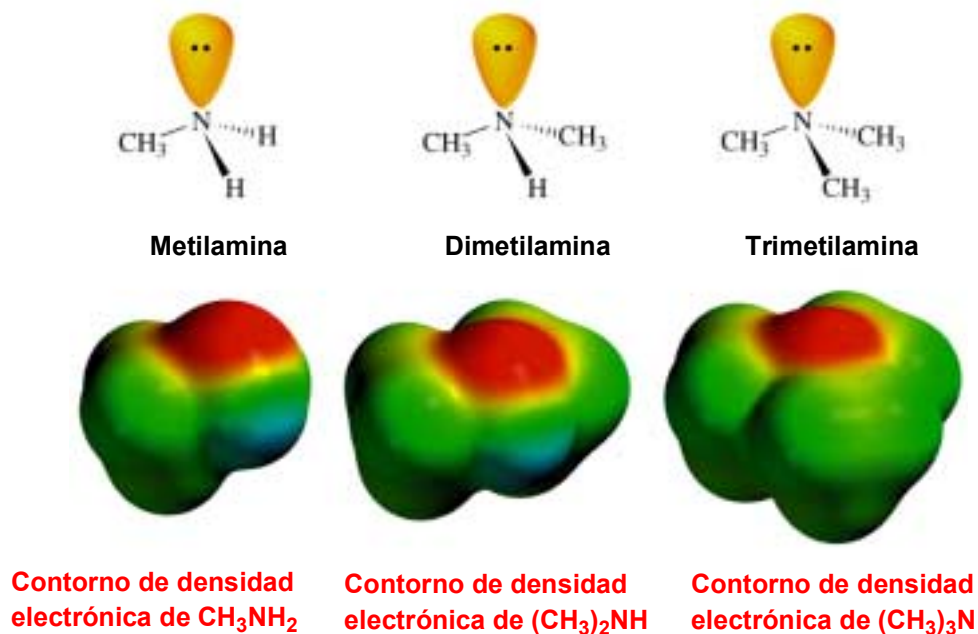
N-metiletilamina

Amina terciaria

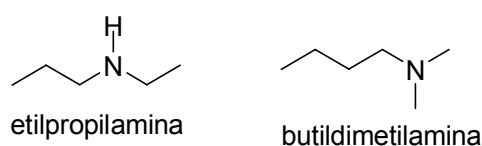


N,N-dimetiletilamina

En la siguiente figura se indican las estructuras de la metilamina (una amina primaria), la dimetilamina (una amina secundaria) y la trimetilamina (una amina terciaria), así como el correspondiente contorno de densidad electrónica. La zona coloreada en rojo corresponde a la densidad electrónica asociada al par electrónico libre situado sobre el átomo de nitrógeno.



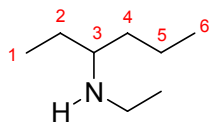
Tradicionalmente las aminas se nombran colocando los nombres de los radicales en orden alfabético seguido de la terminación **AMINA**.



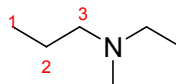
En la actualidad se emplea otro sistema para nombrar a las aminas. Este sistema consiste en:

1. Identificar la cadena principal como aquella que contiene mayor número de átomos de carbono y además contiene el grupo amino
2. Colocar la terminación **AMINA** al final del nombre del hidrocarburo que constituye el esqueleto de la cadena principal.
3. Para localizar el grupo amino dentro de la cadena principal se utiliza el número del carbono que está unido directamente al nitrógeno y este número o localizador se coloca delante del nombre de la terminación **AMINA**.

4. Si la amina es secundaria o terciaria, se dan los nombres de los radicales alquilo que están unidos al nitrógeno precedidos de la letra *N* en cursiva para indicar que dichos grupos están unidos al nitrógeno y no a un carbono.



N-etil-3-hexanamina
o *N*-etilhexan-3-amina



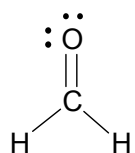
N-etil-*N*-metil-1-propanamida

2.6. Aldehídos y cetonas.

Estos compuestos contienen el grupo funcional carbonilo que está formado por un átomo de oxígeno unido mediante un doble enlace a un átomo de carbono (C=O).

En los aldehídos el grupo carbonilo está unido a un átomo de carbono y a un átomo de hidrógeno y en las cetonas el grupo carbonilo está unido a dos átomos de carbono. El grupo carbonilo es bastante polar de manera que los aldehídos y cetonas de bajo peso molecular son solubles en agua. De hecho, tanto la acetona como el acetaldehído son miscibles en agua en cualquier proporción.

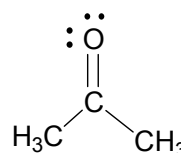
A continuación, se dan las estructuras del formaldehído y de la acetona, y sus respectivos contornos de densidad electrónica. La zona coloreada en rojo, que denota elevada concentración de densidad electrónica, corresponde a la región situada alrededor del átomo de oxígeno.



Formaldehído



Contorno de densidad electrónica
del formaldehído (CH₂O)

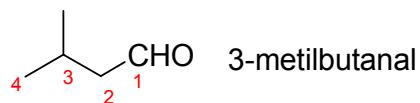


Acetona

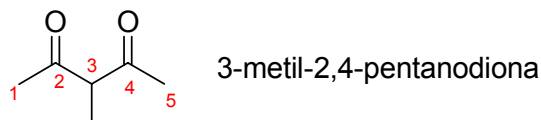


Contorno de densidad electrónica
de la acetona (CH₃COCH₃)

El grupo aldehído (-CHO) se halla siempre en uno o ambos extremos de la cadena y se nombran con la terminación **-AL**

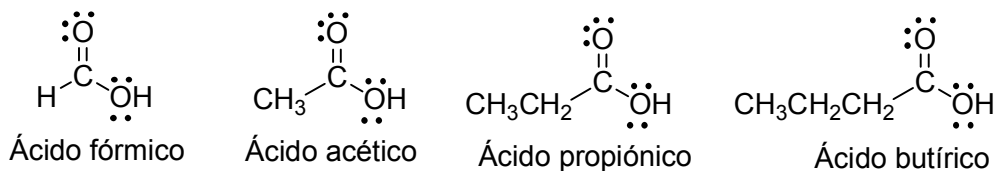


Las cetonas nombran con la terminación **-ONA** numerando la cadena de forma que los localizadores de los grupos cetonas sean lo más bajos posible.

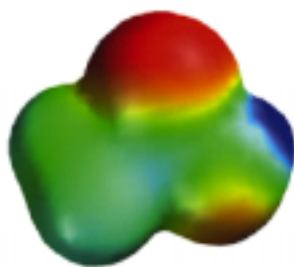


2.7. Ácidos carboxílicos.

Estos compuestos se caracterizan por poseer en su estructura al grupo funcional carboxilo (-COOH). Muchos ácidos carboxílicos simples reciben nombres no sistemáticos que hacen referencia a las fuentes naturales de las cuales proceden. Por ejemplo, el ácido fórmico se llama así porque se aisló por primera vez de las hormigas (*formica* en latín). El ácido acético, que se encuentra en el vinagre, toma su nombre de la palabra acetum, “ácido”. El ácido propiónico da el aroma penetrante a algunos quesos y el ácido butírico es el responsable del olor repulsivo de la mantequilla rancia.



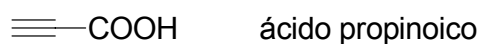
El contorno de densidad electrónica del ácido acético se indica a continuación. La zona fuertemente coloreada en rojo (elevada concentración de densidad electrónica) corresponde a la región alrededor del átomo de oxígeno carbonílico ($\text{CH}_3\text{C}\underline{\text{O}}\text{H}$), y la zona de color azul (poca densidad electrónica) corresponde a la región alrededor del hidrógeno unido al oxígeno ($\text{CH}_3\text{COO}\underline{\text{H}}$).



Contorno de densidad electrónica
del ácido acético (CH₃COOH)

Al igual que los aldehídos y cetonas, los ácidos carboxílicos de bajo peso molecular son muy polares y, por tanto, muy solubles en agua.

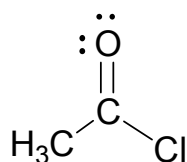
El grupo ácido (-COOH) se halla **siempre** en uno o ambos extremos de la cadena y se nombran con la terminación **-OICO**



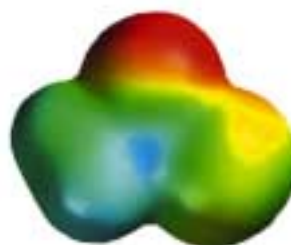
2.8. Derivados de los ácido carboxílicos: cloruros de ácido, ésteres y amidas.

Los cloruros de ácido, los ésteres y las amidas se consideran derivados de los ácidos carboxílicos puesto que se pueden preparar fácilmente a partir de éstos.

a) *Cloruros de ácido*. El grupo funcional de los **cloruros de ácido** (RCOCl) se puede considerar formado por la combinación carbonilo + cloro. A continuación se indica la estructura del cloruro de acetilo y su contorno de densidad electrónica. La zona de elevada concentración de densidad electrónica (zona en rojo) corresponde a la región situada alrededor del átomo de oxígeno.

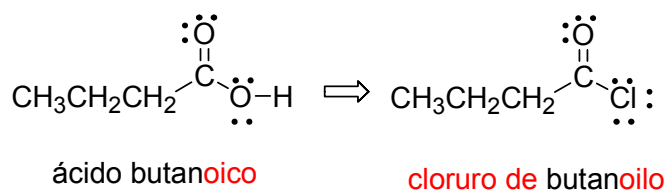


Cloruro de acetilo

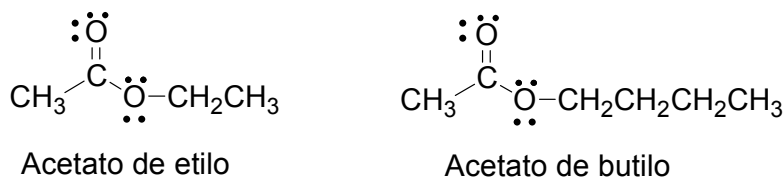


Contorno de densidad electrónica
del cloruro de acetilo

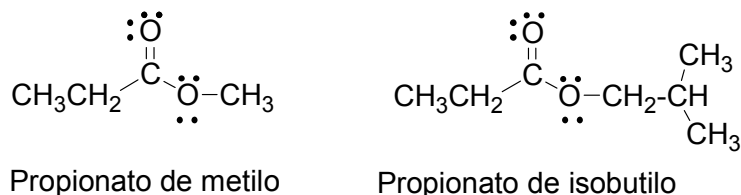
Se nombran colocando las palabras **cloruro de** y el nombre del ácido carboxílico del que deriva cambiando la terminación -OICO por **-ILO**.



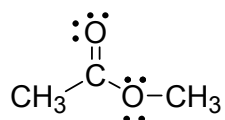
b) *Ésteres*. Los **ésteres** se consideran como el resultado de la condensación entre un ácido carboxílico y un alcohol. Los ésteres de bajo peso molecular, como el acetato de butilo (CH_3COOBu) y el acetato etilo (CH_3COOEt) se emplean como disolventes industriales, especialmente en la preparación de barnices.



El olor y sabor de muchas frutas se debe a la presencia de mezclas de ésteres. Por ejemplo, el olor del acetato de isoamilo recuerda al de los plátanos, el propionato de isobutilo al del ron, etc.



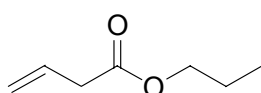
A continuación se indica el contorno de densidad electrónica del acetato de metilo. De las dos zonas en rojo, la superior, de un color rojo intenso, corresponde a la región alrededor del oxígeno carbonílico ($\text{CH}_3\text{C}\underline{\text{O}}\text{OCH}_3$), y la inferior, de coloración menos intensa que la primera, corresponde a la región alrededor del átomo de oxígeno unido al metilo ($\text{CH}_3\text{CO}\underline{\text{O}}\text{CH}_3$), que contiene menos densidad electrónica que la zona situada alrededor del oxígeno carbonílico.



Acetato de metilo

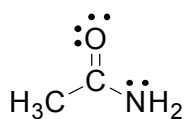


Se nombran de la siguiente manera: *nombre del ácido del que deriva con la terminación -ato de + nombre del radical que sustituye al H del ácido correspondiente con la terminación -ilo*

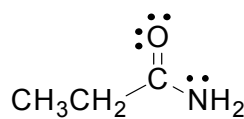


3-butenato de propilo

c) *Amidas*. Las **amidas** se pueden obtener por reacción entre un ácido carboxílico y una amina, que puede ser primaria o secundaria. La estructura de algunas amidas simples, como la acetamida y la propanamida, se indica a continuación:

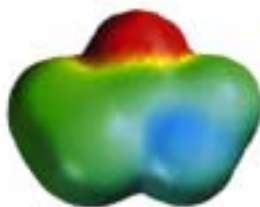


Acetamida



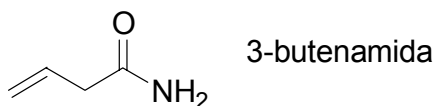
Propanamida

El contorno de densidad electrónica de la acetamida, que se indica a continuación, denota la existencia de una zona de elevada densidad electrónica (zona coloreada en rojo) que es la región situada alrededor del átomo de oxígeno ($\text{CH}_3\text{C}\ddot{\text{O}}\text{NH}_2$). La zona en azul (baja densidad electrónica) corresponde a la región alrededor de uno de los dos átomos de hidrógeno enlazados al nitrógeno.



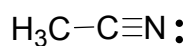
Contorno de densidad electrónica de la propanamida (CH_3CONH_2)

Se nombran cambiando la terminación -o del hidrocarburo correspondiente por la terminación **-AMIDA**

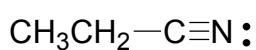


2.9 Nitrilos.

El grupo funcional de los nitrilos es el grupo ciano (CN), que está constituido por un átomo de carbono unido mediante un triple enlace a un nitrógeno. Uno de los nitrilos más usuales en los laboratorios de Química Orgánica es el acetonitrilo, donde se emplea como disolvente.

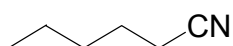


Acetonitrilo



Propionitrilo

Se nombran añadiendo la terminación **NITRIL**O al nombre del hidrocarburo correspondiente.



4-metilpentanonitrilo