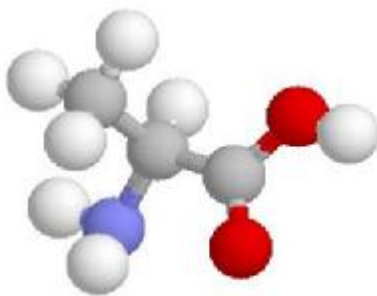


# FORMULACIÓN DE QUÍMICA ORGÁNICA



Ácido 2-aminopropanoico



### Química del carbono

Los seres vivos están formados principalmente por C carbono, H hidrógeno, O oxígeno y N nitrógeno, y, en menor medida, contienen también S azufre y P fósforo junto con algunos halógenos y metales. De ahí que los compuestos de carbono se conozcan con el nombre de compuestos orgánicos (o de los seres vivos). Pero, cuidado, también hay muchos otros compuestos de carbono que no forman parte de los seres vivos. La parte de la Química que estudia los compuestos del carbono es la Química Orgánica o Química del Carbono, pues este elemento es común a todos los compuestos orgánicos.

La Química Orgánica es la Química del Carbono. Por compuestos orgánicos entendemos los compuestos del carbono, excepto los óxidos CO y CO<sub>2</sub> y los carbonatos que se estudian como compuestos inorgánicos desde siempre. La Química Orgánica no es sólo la química de los compuestos de los seres vivos, son también los compuestos derivados del petróleo, del carbón, y los preparados sintéticamente en el laboratorio.

El número de compuestos orgánicos conocidos (varios millones en la actualidad) es muy superior al de compuestos inorgánicos, a pesar de ser tan pocos los elementos que entran en su composición. La razón de este hecho hay que buscarla en la capacidad que presenta el carbono para combinarse fácilmente consigo mismo y con otros elementos mediante enlaces covalentes.

La configuración electrónica del carbono es: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sub>x</sub><sup>1</sup> 2p<sub>y</sub><sup>1</sup>. Dada la poca diferencia de energía entre los orbitales 2s y los 2p es fácil promocionar un electrón 2s a un orbital 2p, obteniéndose la configuración: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>1</sup> 2p<sub>x</sub><sup>1</sup> 2p<sub>y</sub><sup>1</sup> 2p<sub>z</sub><sup>1</sup>, que permite la formación de cuatro enlaces covalentes por compartición de electrones, ya sea consigo mismo o con otros elementos, se gana así con creces la energía antes invertida en promocionar el electrón a un orbital superior.

El gran número de compuestos orgánicos y la tremenda variedad de sus tamaños y estructuras hace necesaria una mínima sistematización en su nomenclatura. La IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) diseñó unas normas que se basan fundamentalmente en la utilización de prefijos que indican el número de átomos de carbono de las cadenas carbonadas y sufijos para informar sobre la presencia de los diversos grupos funcionales, que se convierten en prefijos específicos cuando no actúan como grupo principal en los compuestos polifuncionales.

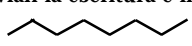
Veremos más despacio las normas básicas de formulación de las funciones orgánicas más representativas.

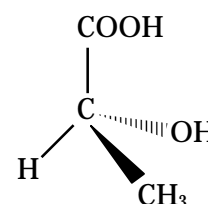
### Fórmulas químicas

La fórmula química es la forma escrita de una molécula. Debe proporcionar, como mínimo, dos informaciones importantes: qué elementos forman el compuesto y en qué proporción se encuentran dichos elementos en el mismo. La fórmula puede ser:

- **Empírica:** Es la fórmula más simple posible. Indica qué elementos forman la molécula y en qué proporción están. Es la fórmula que se obtiene a partir de la composición centesimal de un compuesto. Por ejemplo, si tenemos un hidrocarburo (formado por H y C) podemos combustionarlo en presencia de oxígeno, y a partir del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O que se forman determinar la cantidad de C e H que contiene. Bastará calcular los moles de C e H, y dividir estas dos cantidades por el valor más pequeño determinando la proporción de los átomos en el compuesto, es decir, su fórmula empírica.  
Ejemplo : CH, compuesto formado por carbono e hidrógeno, en la proporción: 1 a 1.
- **Molecular:** Indica el número total de átomos de cada elemento en la molécula. Para conocer la fórmula molecular a partir de la empírica es preciso conocer la masa molecular del compuesto. A partir de las propiedades coligativas, como presión osmótica, descenso crioscópico o aumento ebulloscópico, podemos determinar la masa molecular, y a partir de ésta la fórmula molecular con una simple proporción.

Hay tres formas distintas de escribir una fórmula molecular:

- **Condensada.** Expresa el tipo y número de átomos de la molécula. Pero no informa de los enlaces que presenta la misma. Ejemplo: C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> compuesto formado por seis átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno.
- **Semidesarrollada.** En ella se representa sólo los enlaces carbono-carbono. Ejemplo: HC≡CH presenta un enlace triple carbono-carbono.
- **Desarrollada o Estructural.** Se representan todos los enlaces de la molécula. Ejemplo: H-C≡C-H. Con la fórmula semidesarrollada bastará en la mayor parte de los casos.
- **Geométricas:** Abrevian la escritura e indican la distribución de los átomos en el plano o en el espacio.
  - Planas:  en lugar de CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>
  - Tridimensionales: Las cuñas y líneas discontinuas pretenden ayudar a dar perspectiva a la molécula. COOH y H están en el plano. OH está detrás del plano. CH<sub>3</sub> está delante del plano.

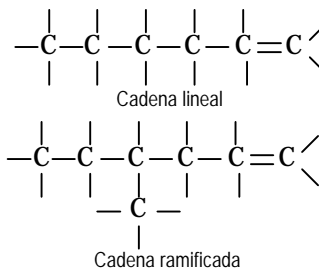


## Cadena carbonada

Es la secuencia de átomos de carbono, unidos entre sí, que forman el esqueleto de la molécula orgánica.

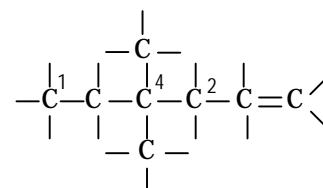
Hay diferentes tipos de cadena, según sea a su forma:

- **Abierta o acíclica:** Los átomos de carbono extremos no están unidos entre sí. No forman anillos o ciclos. Puede ser:
  - **Lineal.** No llevan ningún tipo de sustitución. Los átomos de carbono pueden escribirse en línea recta. Aunque también se pueden escribir retorcidas para ocupar menor espacio. Es importante saber ver que aunque esté torcida es una cadena lineal.
  - **Ramificada.** De alguno de los carbonos de la cadena lineal sale otra o otras cadenas secundarias o ramas.
- **Cerrada o cíclica:** El último carbono de la cadena se une al primero, formando un ciclo o anillo. Hay varios tipos:
  - **Homocíclica.** Los átomos del ciclo son átomos de carbono.
  - **Heterocíclica.** Algún átomo de carbono del ciclo fue sustituido por otro átomo, por ejemplo N, S, O, etc.
  - **Monocíclica.** Sólo hay un ciclo.
  - **Policíclica.** Hay varios ciclos unidos.



## Clases de átomos de carbono

- **Primario.** Un carbono es primario si está unido sólo a un átomo de carbono. El número 1 por ejemplo.
- **Secundario.** Si está unido a dos átomos de carbono. El 2 por ejemplo.
- **Terciario.** Si está unido a tres átomos de carbono.
- **Cuaternario.** Si está unido a cuatro átomos de carbono. El 4 por ejemplo.



## Isómeros

Se llaman isómeros a dos o más compuestos diferentes que tienen la misma fórmula molecular, pero diferente fórmula estructural, y diferentes propiedades físicas o químicas.

1. **Estructural:** Los isómeros se diferencian por el orden en que están enlazados los átomos en la molécula.

- a. **Isomería de cadena:** Distinta colocación de algunos átomos en la cadena.



- b. **Isomería de posición:** Distinta posición del grupo funcional.

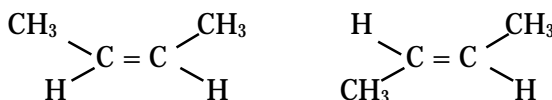


- c. **Isomería de función:** Distinto grupo funcional.



2. **Estereoisomería:** Los isómeros se diferencian por la disposición tridimensional de los átomos en la molécula.

- a. **Isomería geométrica o cis/trans:** propia de los compuestos con dobles enlaces.



- b. **Isomería óptica:** propia de compuestos con carbonos asimétricos, es decir, con los cuatro sustituyentes diferentes.



## Función química y grupo funcional

Se llama función química a cada grupo de compuestos con propiedades y comportamientos químicos característicos.

Cada función se caracteriza por poseer un agregado, de uno o varios átomos, al que se denomina grupo funcional. Las funciones químicas que vamos a formular, con sus grupos funcionales, están en la siguiente tabla.

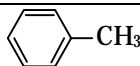
## Nomenclatura

Es el conjunto de reglas que permiten asignar, unívocamente, un nombre a cada compuesto químico.

**Nomenclatura sistemática.** Es la que se ajusta a un sistema prefijado. Se deben seguir los convenios establecidos por la I.U.P.A.C. (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada).

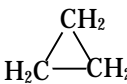





**Nomenclatura tradicional.** Arraigada en el lenguaje químico convencional, aún que no sigue unas normas prefijadas. Muchos de estos nombres tradicionales están aceptados por la IUPAC.

Ejemplos:

Compuesto	Nombre sistemático	Nombre tradicional
CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	Eteno	Etileno
CH≡CH	Etino	Acetileno
CHCl <sub>3</sub>	Triclorometano	Cloroformo
COOH-COOH	Acido etanodioico	Acido oxálico
	Metilbenceno	Tolueno

### Tipos de compuestos.

Se van a tratar 17 tipos de funciones. También hay muchos compuestos que comparten varias funciones en su molécula, para nombrarlos hay que tener en cuenta el orden de preferencia de los grupos funcionales.

FUNCIÓN	GRUPO FUNCIONAL	EJEMPLO	
Alcanos	No tiene	Butano	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
Alquenos	-C=C-	Propeno	CH <sub>3</sub> -CH=CH <sub>2</sub>
Alquinos	-C≡C-	Etino	CH≡CH
Hidrocarburos cíclicos	No tiene	Ciclopropano	
Hidrocarburos aromáticos		Metilbenceno (Tolueno)	CH <sub>3</sub> - 
Halogenuros de alquilo	-X	Cloroetano	CH <sub>2</sub> Cl-CH <sub>3</sub>
Alcoholes	-OH	Propan-1,2-diol	CH <sub>2</sub> OH-CHOH-CH <sub>3</sub>
Fenoles	OH- 	Parametilfenol	CH <sub>3</sub> -  -OH
Éteres	-O-	Dimetiléter	CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>
Aldehidos	-CHO	Propanal	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CHO
Cetonas	-CO-	Butanona	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CO-CH <sub>3</sub>
Ácido carboxílico	-COOH	Ácido acético	CH <sub>3</sub> -COOH
Ésteres	-COO-	Acetato de etilo	CH <sub>3</sub> -COO-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
Aminas	-NH <sub>2</sub>	Dietilamina	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -NH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
Amidas	-COCH <sub>2</sub>	Benzamida	 -CO-NH <sub>2</sub>
Nitrocompuestos	-NO <sub>2</sub>	Nitrometano	NO <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
Nitrilos	-C≡N	Etanonitrilo	CH <sub>3</sub> -CN

### Orden de prioridad.

Cuando en un compuesto hay un sólo grupo funcional, la cadena principal es la que contiene la función, y se numera de tal forma que corresponda al carbono de la función el localizador más bajo posible. Cuando en el compuesto hay más de un grupo funcional, la cadena principal es la que contiene la función preferente; las demás funciones no se tienen en cuenta e se nombran como sustituyentes. El orden de preferencia acordado por la IUPAC es:

FUNCIÓN PRICIPAL				FUNCIÓN SECUNDARIA
NOMBRE	FÓRMULA	CADENA PRINCIPAL	CADENA LATERAL	
Acido	R-COOH	-oico	-carboxílico	carboxi-
Acido sulfónico	R-SO <sub>3</sub> H	-sulfónico		sulfo-
Éster	R-CO-OR'	-ato de	-carboxilato de	alcoxicarbonil-
Haluro de ácido	R-CO-X	-oilo	-carbonilo	
Amidas	R-CO-NH <sub>2</sub>	-amida	-carboxoamida	
Nitrilos	R-CN	-nitrilo	-carbonitrilo	ciano-
Aldehidos	R-CO-H	-al	-carbaldehído	formil-
Cetonas	R-CO-R'	-ona		oxo-
Alcoholes	R-CH <sub>2</sub> OH	-ol		hidroxi-
Fenoles	Ph-OH	-ol		hidroxi-
Tioles	R-SH	-tiol		mercapto-
Aminas	R-NH <sub>2</sub>	-amina		amino-
Éteres	R-O-R'	-éter		R-oxi
Doble enlace	R=R'	-eno	-enil	
Triple enlace	R≡R'	-ino	-inil	
Nitroderivados	R-NO <sub>2</sub>			nitro-

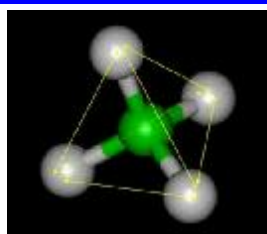
## HIDROCARBUROS

### HIDROCARBUROS SATURADOS: ALCANOS.

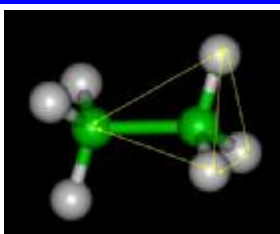
Son compuestos formados por carbonos e hidrógenos unidos por enlaces sencillos. Se nombran utilizando un prefijo que indica el número de carbono de la cadena y añadiéndole el sufijo **ano**. Los prefijos utilizados son:

PREFIJO	Met	Et	Prop	But	Pent	Hex	Hept	Oct	Non	Dec	Undec	Dodec
CARBONOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

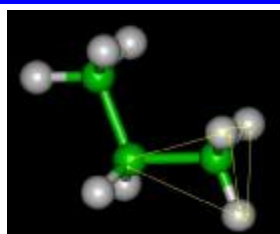
#### Estructuras tridimensionales de algunos hidrocarburos saturados



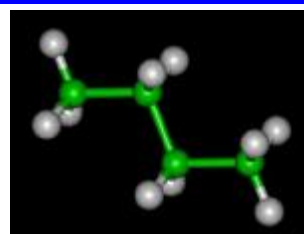
Metano



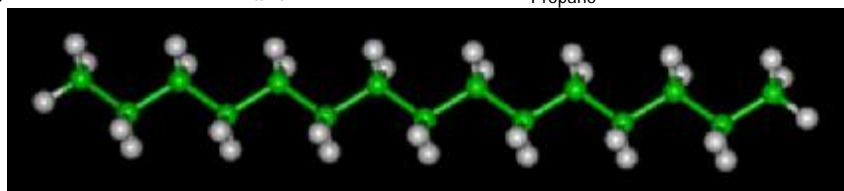
Etano



Propano



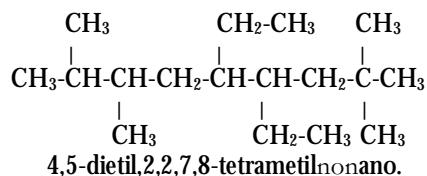
Butano



Pentadecano

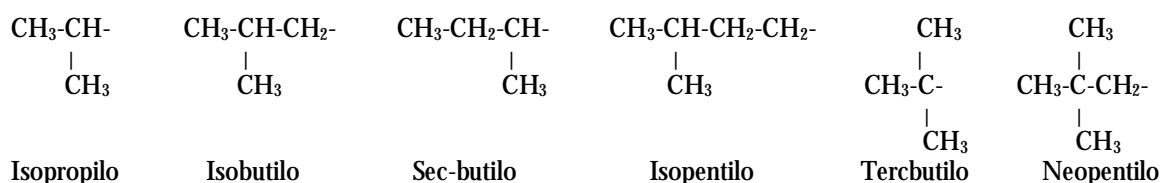
Los alcanos sustituidos, o sea que presentan ramificaciones o cadenas laterales, se nombran anteponiendo al nombre de la cadena principal los nombre de los radicales que sustituyen algún hidrógeno precedidos del número localizador que indica en que carbono se une la cadena lateral. Estos radicales se nombran igual que los alcanos de donde provienen pero haciéndolos terminar en **ilo**. Para nombrar un hidrocarburo ramificado se siguen las siguientes normas:

- Se elige la cadena más larga como principal, que es la que da el nombre al compuesto. Si hay dos cadenas con el mismo número de carbonos se elige la que tiene más ramificaciones.
- Se numeran los carbonos de la cadena principal empezando por el extremo que más cerca tiene una ramificación. De esta forma se consigue que los numerales localizadores sean lo más bajos posibles.
- Se nombran los radicales anteponiéndoles el numeral correspondiente. Si existen dos sustituyentes con el mismo numeral, se repite el número separándolos con una coma.
- Cuando un sustituyente aparece varias veces repetido se puede indicar separando los numerales con comas y anteponiendo al radical el prefijo: di, tri, tetra, penta, hexa, etc.
- Cuando hay dos o más radicales diferentes se nombran por orden de complejidad (metilo, etilo, propilo, etc..) o por orden alfabético (etilo, metilo, propilo, etc..).
- Cuando hay un radical unido a otro a su vez, su nombre se pone entre paréntesis para evitar confundirlo y se le asigna un numeral teniendo en cuenta que los radicales se numeran siempre empezando por el carbono que está unido a la cadena principal. Por ejemplo:



### RADICALES

La nomenclatura de la I.U.P.A.C. admite los nombres tradicionales de algunos radicales lo que simplifica mucho la nomenclatura de algunos compuestos. Los más usuales son:



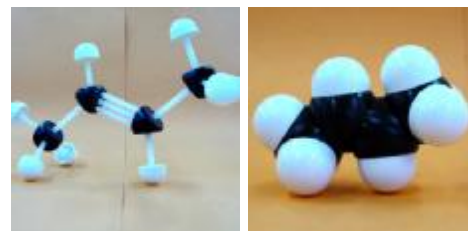
Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	2,3,5-trimetilheptano
2	2,2,4,4-tetrametilpentano
3	3-etil-5,6-dimetiloctano
4	3-etil-5-metil-4-propilheptano
5	Metilpropano
6	Trimetilbutano
7	$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$
8	$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CH}_3$
9	$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
10	$(\text{CH}_3)_3\text{C-C}(\text{CH}_3)_3$

### HIDROCARBUROS NO SATURADOS: ALQUENOS U OLEFINAS.

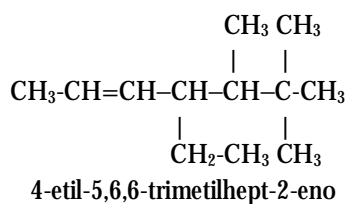
Son hidrocarburos que presentan uno o más dobles enlaces en la cadena carbonada. Con un doble enlace poseen la fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , si presentan dos,  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  y así sucesivamente.

#### ALQUENOS CON UN DOBLE ENLACE.

- Se elige la cadena más larga con el doble enlace y se cambia la terminación ano por **eno**.
- Se numera la cadena empezando por el extremo donde más próximo esté el doble enlace.
- La posición del doble enlace se indica con su localizador que se coloca delante del sufijo eno separado con un guión.
- Para los radicales se procede como anteriormente. Ejemplo:

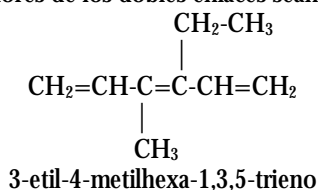


2-Buteno (Modelo de varillas y modelo de esferas)



#### ALQUENOS CON VARIOS DOBLES ENLACES.

- Se cambia la terminación eno por adieno, atrieno... dependiendo del número de dobles enlaces que contenga.
- La cadena principal es la que contenga más dobles enlaces aunque sea más corta.
- Se numera de forma que los localizadores de los dobles enlaces sean los más bajos posibles. Ejemplo:



## RADICALES DERIVADOS DE ALQUENOS LINEALES.

Se obtienen de los alquenos por la pérdida de un hidrógeno. Se numeran siempre empezando por el carbono que está unido a la cadena superior y como pasa con los alcanos, la I.U.P.A.C. acepta algunos nombres propios. Se nombran como el respectivo alqueno pero se les hace terminar en ilo. Los más usuales son:

Etenilo o **vinilo**:  $\text{CH}_2=\text{CH}-$  prop-1-enilo:  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$  prop-2-enilo o **alilo**:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$

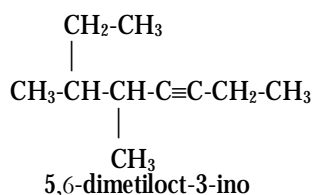
Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	3-metilpent-2-eno
2	3,4-dimetilpenta-1,3-dieno
3	2-etilhexa-1,3,5-trieno
4	3-vinilpenta-1,4-dieno
5	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$
6	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$
7	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3)-\text{CH}_3$

## HIDROCARBUROS NO SATURADOS: ALQUINOS.

Son hidrocarburos que presentan uno o más triples enlaces entre los átomos de carbono.

### ALQUINOS CON UN TRIPLE ENLACE.

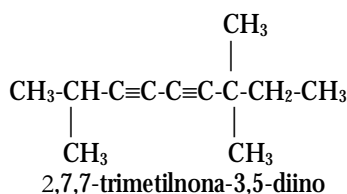
Su fórmula general es  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  y para nombrarlos se siguen las mismas normas que con los alquenos pero se hacen terminar en **ino**. Ejemplo:



Etino o acetileno (Modelo de varillas y modelo de esferas)

### ALQUINOS CON VARIOS TRIPLES ENLACES.

Se siguen las mismas normas que con los alquenos pero utilizando las terminaciones **adiino**, **atriino**... según el número de triples enlaces. Ejemplo:



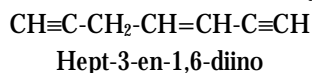
## RADICALES DERIVADOS DE ALQUINOS LINEALES.

Se obtienen de los alquinos por la pérdida de un hidrógeno. Se numeran siempre empezando por el carbono que está unido a la cadena superior y como pasa con los alcanos, la I.U.P.A.C. acepta algunos nombres propios. Se nombran como el respectivo alquino y se les hace terminar en ilo. Los más usuales son:

Etinilo:  $\text{CH}\equiv\text{C}-$  prop-1-inilo:  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-$

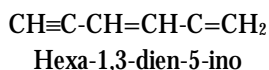
## HIDROCARBUROS NO SATURADOS CON DOBLES Y TRIPLES ENLACES.

La numeración de la cadena es la que asigne los numerales más bajos a las insaturaciones indistintamente de que sean dobles o triples. Para nombrarlos se suprime la o de la terminación eno y se hace terminar en ino. Por ejemplo:

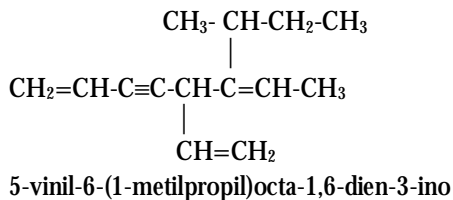




El problema se plantea cuando, empezando a numerar por la izquierda o por la derecha, los localizadores de las insaturaciones coinciden. Entonces se da preferencia a la que asigna los localizadores más bajos a los dobles enlaces. Por ejemplo:



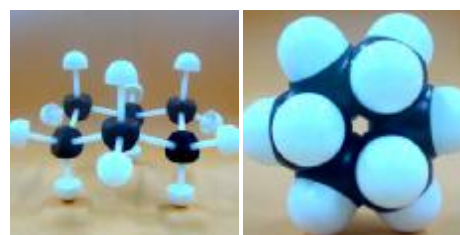
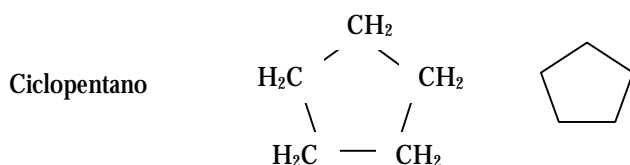
Si la cadena es ramificada, se elige como principal la contenga mayor número de insaturaciones en su conjunto (dobles o triples) y si hay varias con los mismos, aquella que tenga más dobles enlaces. A continuación se siguen los criterios anteriormente vistos. Ejemplo:



Ejercicios		
	Nombre	Fórmula
1	Hex-2-en-4-ino	
2	Penta-1,4-diino	
3	2-metil-5-etilhept-3-ino	
4	3,4-dimetilhept-1-en-6-ino	
5	Butenino	
6		$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
7		$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2-\text{CH}_3)-\text{CH}_3$
8		$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
9		$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
10		$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
11		$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

## HIDROCARBUROS MONOCÍCLICOS SATURADOS

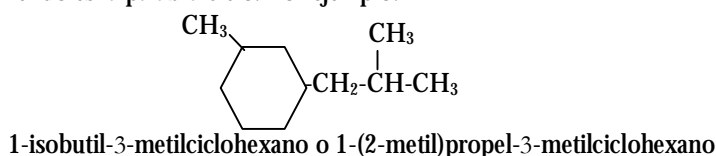
Son hidrocarburos de cadena cerrada donde todos los átomos de carbono se unen con enlaces simples. Responden a la fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  y se nombran anteponiendo la palabra **ciclo** al nombre del alcano que tiene los mismos carbonos que el ciclo. Se suelen representar con el polígono regular de los mismos lados que carbonos hay en el ciclo. En el caso anterior con un pentágono. Por ejemplo:



Ciclohexano (Modelo de varillas y modelo de esferas)

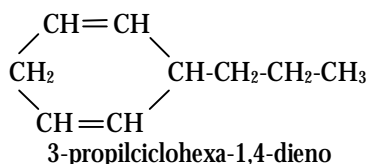
## HIDROCARBUROS MONOCÍCLICOS SATURADOS CON RADICALES.

El ciclo se numera de forma que asigne los localizadores más bajos a los carbonos sustituidos y se nombran como si fuesen alcanos lineales anteponiéndoles la palabra **ciclo**. Por ejemplo:



## HIDROCARBUROS MONOCÍCLICOS INSATURADOS

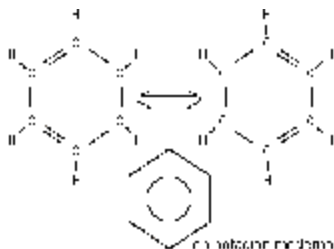
Son los que presentan dos o más insaturaciones en el ciclo. Para nombrarlos se tendrá en cuenta que los localizadores más bajos serán los de los carbonos insaturados independientemente de que el sentido a la hora de numerarlos sea uno u otro. Los localizadores serán lo más bajos posibles. Se les antepone la palabra ciclo y se les hace terminar en eno o en ino según corresponda. Por ejemplo:



Ejercicios		
	Nombre	Fórmula
1	1,3,5-trimetilciclohexano	
2	1,1-dimetilciclopropano	
3		$  \begin{array}{c}  \text{CH}=\text{CH} \\    \quad   \\  \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3  \end{array}  $
4		$  \begin{array}{c}  \text{CH} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2  \end{array}  $

## HIDROCARBUROS AROMÁTICOS O ARENOS

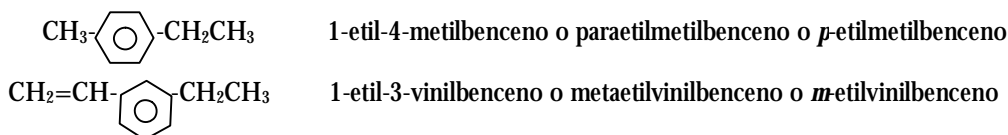
Son los derivados del **benceno**. La molécula de benceno de fórmula  $\text{C}_6\text{H}_6$  consiste en un anillo cerrado de seis átomos de carbono unidos por enlaces químicos que resuenan entre uniones simples y dobles (Resonancia). Cada átomo de carbono está a su vez unido a un átomo de hidrógeno.



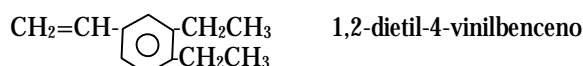
Si el anillo bencénico presenta sustituyentes se nombra anteponiendo el nombre de los radicales a la palabra benceno. Si hay dos sustituyentes, la posición relativa se indica mediante los pares de números 1,2; 1,3 o 1,4 o mediante los prefijos orto, meta y para respectivamente o simplemente las letras *o*, *m* y *p* en cursiva. Ejemplo:



Benceno (Modelo de esferas)

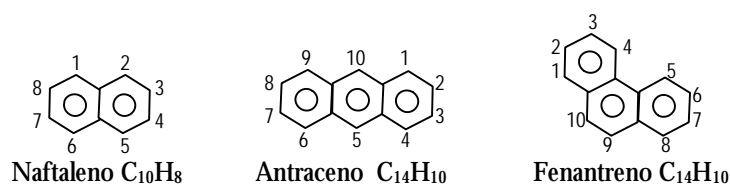


Si hay más de dos sustituyentes se numeran los carbonos del benceno de manera que los localizadores de los radicales sean los más bajos posibles en su conjunto y se nombran alfabéticamente. Ejemplo:



Cuando el benceno pierde un hidrógeno y forma un radical, se llama **fenil** o fenilo.

Otros hidrocarburos aromáticos importantes son el naftaleno (dos anillos condensados: unidos por dos carbonos), el antraceno y el fenantreno (ambos con tres anillos condensados). Los tres poseen una numeración particular de los átomos de carbono. Por ejemplo:

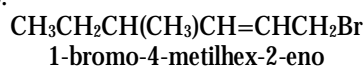


Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	<b><i>o</i>-dimetilbenceno</b>
2	1,3-dietil-4-metilbenceno
3	Vinilbenceno
4	$\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$
5	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$
6	$\text{CH}_3\text{-CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_2\text{-CH}_3)$

### DERIVADOS HALOGENADOS DE LOS HIDROCARBUROS

Cuando hay un halógeno (casi siempre cloro, bromo o yodo) unido a una cadena, se nombra como si fuese un radical: indicando con un localizador el carbono al que está unido y nombrándolos por orden alfabético.

Ejemplo:



1,2-diclorobenceno, ortodiclorobenceno, *o*-diclorobenceno



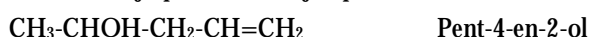
Cloroetano (Modelo de varillas y modelo de esferas)

Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	$\text{Br}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Br}$
2	$\text{CH}_2=\text{CCl}-\text{CH}=\text{CHCl}$
3	1,3,5-triclorociclohexano
4	3-bromopropino

## FUNCIONES OXIGENADAS

### ALCOHOLES Y FENOLES

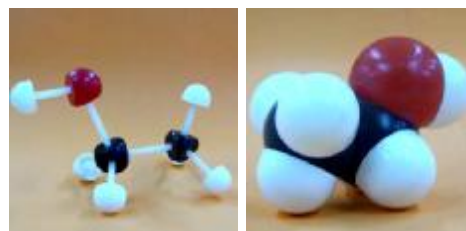
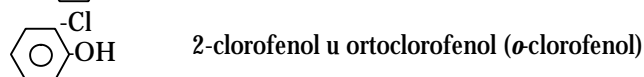
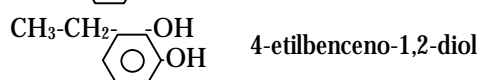
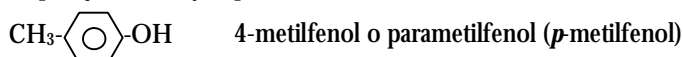
- Se podrían considerar derivados de los hidrocarburos si se sustituye un hidrógeno por un grupo hidroxilo: -OH.
- Si el hidrocarburo es alifático da lugar a un **alcohol** y si es aromático, a un **fenol**.
- Los alcoholes se representan por R-OH donde R es un radical alquilo, alqueno o alquino. Si sólo hay un hidroxilo y el radical es alquilo, la fórmula general de un alcohol sería:  $C_nH_{2n+2}O$ .
- Pueden ser primarios, secundarios o terciarios según esté unido el grupo hidroxilo a un carbono primario, secundario o terciario (monosustituido, disustituido o trisustituido respectivamente).
- Se nombran haciendo terminar con el sufijo **ol** el nombre del hidrocarburo de donde procede e indicando donde está el hidroxilo con un localizador que, por ser la función principal, será el más bajo posible. Por ejemplo:



- Si hay más de grupo hidroxilo en la molécula, se utilizan los prefijos di, tri... y se siguen las mismas pautas:




- Cuando un grupo alcohol es la función secundaria se nombra como si fuese un radical con el prefijo **hidroxi**.
- Los fenoles se llamarán fenol cuando sólo exista un hidroxilo unido al anillo bencénico. Si hay más, se les numera como siempre y se emplea un prefijo di, tri... y la palabra benceno:



Etano (Modelo de varillas y modelo de esferas)



Fenol (Modelo de esferas)

Ejercicios		
	Nombre	Fórmula
1	3,5-dimetilfenol	
2	Propane-1,2,3-triol	
3	But-1-en-1-ol	
4	Prop-2-in-1-ol	
5	Hept-6-en-3,4-diol	
6		$CH_2=CH-CH_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$
7		$CH_3-CHOH-CHOH-CH_3$
8		$CH_3COH(CH_3)CHOHCH_2CH_2OH$
9		
10		$CHOH=CH-CH=CH-CH=CHOH$

## ÉTERES

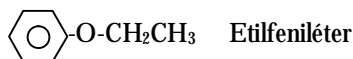
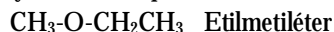
Los éteres están formados por un átomo de oxígeno unido a dos radicales de la forma:



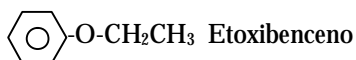
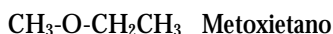
donde R y Ar son radicales alquilo y arilo o fenilo respectivamente.

- Los radicales R-O- y Ar-O- se nombran añadiendo el sufijo **oxi** al nombre del radical con las excepciones de metoxi, etoxi, propoxi, butoxi y fenoxi (en vez de metiloxi, etiloxi, etc).
- Los éteres se pueden nombrar de dos formas:

- Radicofuncional: se nombran los dos radicales en orden alfabético y se añade la palabra éter. Por ejemplo:



- Sustitutiva: se nombra el radical más sencillo seguido del nombre del hidrocarburo de donde proviene el radical más complejo. Por ejemplo:

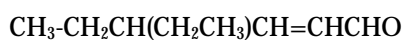


Dimetiléter (Modelo de varillas y modelo de esferas)

Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	Etoximetiletano
2	Difeniléter
3	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-CH=CH}_2$
4	$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_2\text{-CH}_3\text{)-CH}_2\text{-O-CH}_3$
5	(2-metil)butilmetiléter
6	<i>o</i> -metilfenilfeniléter

## ALDEHÍDOS

- Teóricamente se puede considerar a los aldehídos derivados de los hidrocarburos al sustituir en éstos dos hidrógenos de un carbono primario por un oxígeno con doble enlace de forma que su fórmula general (cuando sólo hay un grupo aldehído) será  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ . Como el carbono ha de ser primario, la función aldehído siempre aparecerá en un extremo.
- Se nombran haciendo terminar el nombre del hidrocarburo de donde teóricamente proviene con el sufijo **al**.
- El grupo aldehído será lo más importante y por tanto a la hora de numerar, el carbono donde está este grupo será el que tenga el localizador 1. Si hay otras funciones menos importantes se procederá igual que antes.
- La forma general de representarlos es R-CHO, donde R es un radical cualquiera. Por ejemplo:



4-etilhex-2-enal

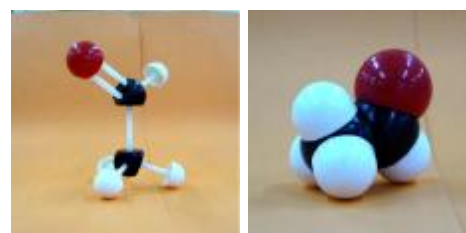


2-hidroxipentanal



5-propil-4-hidroxihexa-2,6-dienal

- Cuando hay dos grupos aldehído se utiliza el prefijo **di**.  
 $\text{CHOCHOHCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$   
2-hidroxipentanodial
- Cuando el aldehído actúa como función secundaria por haber otra función más importante se utiliza el prefijo **formil**.



Etanal (Modelo de varillas y modelo de esferas)

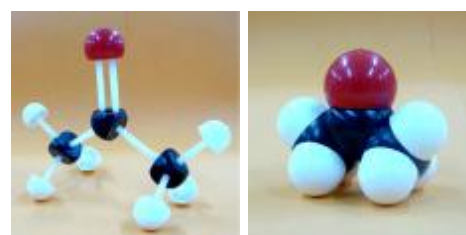
- Cuando el radical R de la forma general es un fenilo, el aldehído se llama benzaldehído:



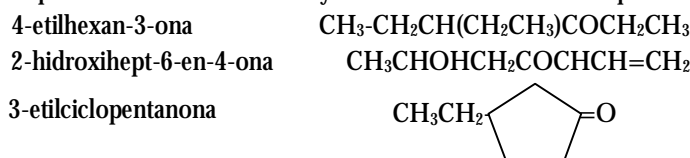
Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	2-Hidroxiopropanal
2	Pent-3-enal
3	2-Hidroxiбутanal
4	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CHO}$
5	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO}$
6	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHOHCH=CHCHO}$

## CETONAS

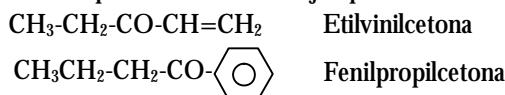
- Teóricamente se puede considerar a las cetonas derivadas de los hidrocarburos al sustituir en éstos dos hidrógenos de un carbono secundario por un oxígeno con doble enlace de forma que su fórmula general (cuando sólo hay un grupo cetona) será la misma que la de los aldehídos  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ .
- Como el carbono ha de ser secundario, la función cetona nunca aparecerá en un extremo.
- Se nombran indicando el localizador del grupo cetona y haciendo terminar el nombre del hidrocarburo de donde teóricamente proviene con el sufijo **ona**.
- Si hay otras funciones menos importantes se procederá igual que antes: el grupo cetona será lo más importante y por tanto a la hora de numerar, se comenzará por el extremo que más bajo localizador asigne a la cetona.
- La forma general de representarlos es  $\text{R-CO-R'}$ . R y R' son dos radicales cualesquiera. Ejemplo:



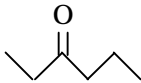
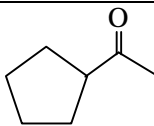
Propanona (Modelo de varillas y modelo de esferas)



- Cuando más de un grupo cetona se utiliza el prefijo di, tri, etc.  
 Hexano-2,4-diona  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$
- La función cetona presenta el mismo grupo funcional que los aldehídos (grupo carbonilo  $-\text{CO}-$ ) pero no tiene prioridad sobre ellos de forma que si en una molécula coexisten aldehído y cetona, la función principal será el aldehído.
- Cuando el grupo cetona actúa como función secundaria por haber otra función más importante se utiliza el prefijo **oxo**.
- En la nomenclatura radicofuncional se pueden nombrar las cetonas añadiendo al nombre de los radicales unidos al grupo carbonilo en orden alfabético la palabra cetona. Por ejemplo:

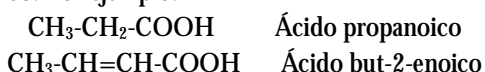


Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOCH}_3$
2	$\text{CH}_3\text{-CHOH-CO-CHOH-CH}_3$
3	Hex-4-en-2-ona
4	Pentano-2,4-diona
5	Metilciclopropanona

6	
7	

## ÁCIDOS CARBOXÍLICOS.

- Presentan el grupo carboxilo: -COOH, de forma que sólo podrán presentarse en carbonos primarios. Tendrá como forma general R-COOH donde R es un radical cualquiera.
- Se nombra con la palabra ácido seguida del prefijo que indica el número de carbono de la cadena principal y haciéndolo terminar en **oico**. Por ejemplo:

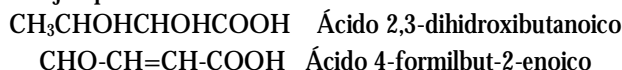


- Si hay dos grupos carboxilo se emplea el prefijo di:  
 COOH-CH=CH-COOH    Ácido butendioico

- Si hay más de dos, el tercero de ellos no podrá estar en la cadena principal y entonces se emplea el prefijo **carboxi** acompañado de su respectivo localizador. Por ejemplo:

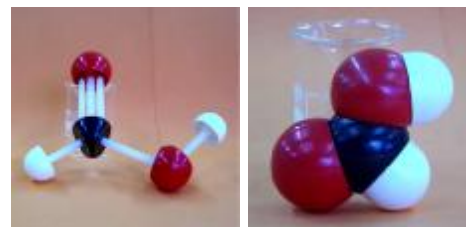


- Son los de mayor prioridad a la hora de nombrar compuestos orgánicos de forma que todas las demás funciones se considerarán secundarias. Ejemplo:

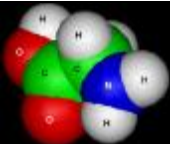


- La IUPAC acepta el nombre clásico de algunos ácidos por su frecuencia en el uso. Los más frecuentes son:

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre común aceptado
H-COOH	Ácido metanoico	<b>Ácido fórmico</b>
CH <sub>3</sub> COOH	Ácido etanoico	<b>Ácido acético</b>
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido propanoico	<b>Ácido propiónico</b>
CH <sub>2</sub> =CHCOOH	Ácido propenoico	Ácido acrílico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido butanoico	Ácido butírico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido pentanoico	Ácido valerianoico
COOHCOOH	Ácido etanodioico	<b>Ácido oxálico</b>
COOHCH <sub>2</sub> COOH	Ácido propanodioico	Ácido malónico
COOHCH=CHCOOH	Ácido cis-butenodioico	Ácido maleico
COOHCH=CHCOOH	Ácido trans-butenodioico	Ácido fumárico
COOHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido butanodioico	Ácido succínico
COOHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido pentanodioico	Ácido glutárico
COOHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido hexanodioico	Ácido adípico
	Ácido benzoico	<b>Ácido benzoico</b>
	Ácido <i>o</i> -bencenodicarboxílico	Ácido ftálico
CH <sub>3</sub> CHOHCOOH	Ácido 2-hidroxi-propanoico	<b>Ácido láctico</b>
COOHCH <sub>2</sub> CHOHCOOH	Ácido hidroxibutanodioico	Ácido málico
	Ácido <i>o</i> -hidroxibenzoico	Ácido salicílico
	Ácido <i>o</i> -acetilbenzoico	Ácido acetilsalicílico



Ácido metanoico (Modelo de varillas y modelo de esferas)


Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	Ácido 2-hidroxi-butanoico
2	Ácido 2-metil-3-pentenoico
3	Ácido 3-oxo-hexanoico
4	COOH-CH=CH-COOH
5	CH <sub>3</sub> -CH=CH-CHOH-COOH
6	

## ÉSTERES.

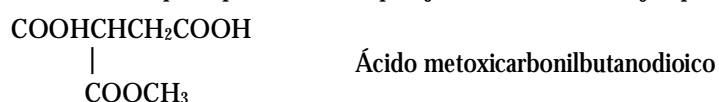
- Los ácidos carboxílicos pueden dar lugar a aniones perdiendo el hidrógeno del grupo carboxílico y estos iones pueden formar con radicales alquílicos compuestos llamados ésteres, que sólo se diferenciarían de las sales que forman con los metales en que el enlace del anión con el radical va a ser de tipo covalente en vez de iónico.
- Se nombran como derivados de los ácidos a los que se les quita la palabra ácido y se les cambia terminación oico por **ato** y a continuación se nombra el radical que se le ha unido.
- Como el ácido posee nombre común, el éster se puede nombrar derivado de ese nombre común.


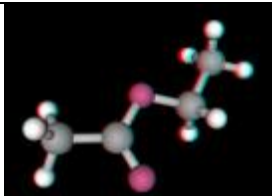


Acetato de metilo (Modelo de varillas y modelo de esferas)

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre común aceptado
H-COO-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Metanoato de etilo	Formiato de etilo
CH <sub>3</sub> COO-Ph	Etanoato de fenilo	Acetato de fenilo
CH <sub>2</sub> =CHCOO-CH <sub>3</sub>	Propenoato de metilo	Acrilato de metilo
CH <sub>3</sub> COOCOCH <sub>3</sub>	Etanodioato de dimetilo	Oxalato de dimetilo
 -COO-CH=CH <sub>2</sub>	Benzoato de vinilo	Benzoato de vinilo
CH <sub>3</sub> CHOHCOO-CH <sub>3</sub>	2-hidroxiopropanato de metilo	Lactato de metilo

- Cuando una función éster no es principal se utiliza el prefijo **alcoxicarbonil**. Ejemplo:



Ejercicios	
Nombre	Fórmula
1	Lactato de metilo
2	Formiato de fenilo
3	 -COO-CH=CH-CH <sub>3</sub>
4	

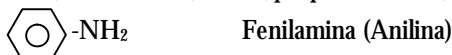
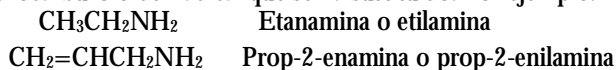


## FUNCIONES NITROGENADAS

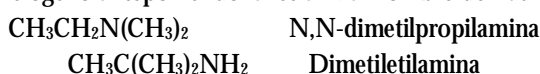
### AMINAS.

- Se pueden considerar derivadas del amoníaco si en él se sustituyen uno, dos o los tres hidrógenos por radicales alquílicos dando lugar a aminas primarias, secundarias y terciarias respectivamente.

- Se nombran añadiendo el sufijo amina al nombre del hidrocarburo o del radical que se ha sustituido. Por ejemplo:



- Cuando las aminas son di o trisustituidas y para distinguirlas de las que se sustituyen en la cadena carbonada, se indica la sustitución en el nitrógeno anteponiendo la letra N al nombre del radical.



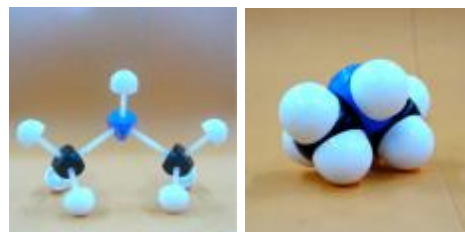
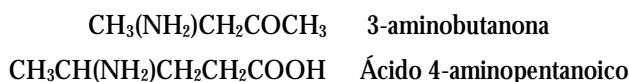
- Si existe más de un grupo amina en la molécula se emplea el prefijo di, tri, etc.



- Si hay varios grupos de aminas secundaria o terciarias formando parte de la cadena principal se designan mediante el vocablo **aza** y los prefijos di, tri, etc junto a sus localizadores respectivos. Ejemplo:



- Cuando el grupo amina es función menos importante que otra se usa el prefijo **amino**. Por ejemplo:



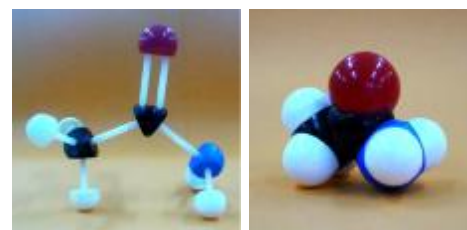
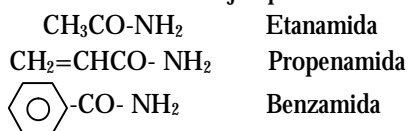
Dimetilamina (Modelo de varillas y modelo de esferas)

Ejercicios		
	Nombre	Fórmula
1	N,N-Dimetilanilina	
2	4-Fenil-3-aminobutanona	
3		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-NH}_2$

### AMIDAS.

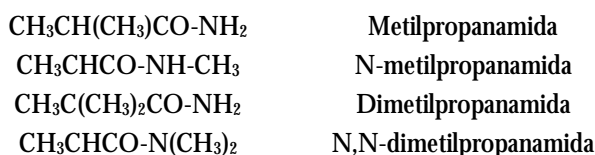
- Se pueden considerar derivadas de los ácidos carboxílicos si en ellos se sustituye el grupo -OH del grupo carboxilo por un grupo amino.

- Se nombran como los ácidos pero sin la palabra ácido y acabando en **amida** en vez de oico. Por ejemplo:



Acetamida (Modelo de varillas y modelo de esferas)

- Para no crear confusión cuando existan radicales alquílicos se notarán anteponiéndoles la letra N si están unidos al nitrógeno y nada o su numeral si es preciso cuando están unidos a cualquier carbono de la cadena. Por ejemplo:





### EJERCICIOS DE FORMULACIÓN ORGÁNICA.

	Nombre	Fórmula
1	3,5,5-trimetil-3-(1-metilpropil) hex-1-eno	
2	1,3,3-trimetilciclopenteno	
3	2-etilbutan-1-ol	
4	3-metil-4,4-dibromociclohexanol	
5	4-etilhept-3-enodial	
6	4,5-dihidroxi-5-metiloctano-2,6-diona	
7	Ácido 2-etil-2,4-dimetilpentanoico	
8	Ácido 2,3,4-trimetilhex-3-enoico	
9	Ácido 2-metilpentanodioico	
10	4-amino-2-hidroxi-5-metilheptanal	
11	2,3-dimetilbut-1-eno	
12	3-etil-2,3-dimetilpenta-1,4-dieno	
13	5,5-dimetilhexa-1,3-diino	
14	2-metilhexa-1,5-dien-3-ino	
15	Metilbutanona	
16	3-metilpentanodiona	
17	Acetato de fenilo	
18	Fenilmetilamina	
19	Etildifenilamina	

20	Ácido butenodioico	
21	But-3-enonitrilo	
22	Hexa-1,4-diin-3-ol	
23	3,6-dioxoheptanal	
24	3-etil-3,6,6-trimetilhepatno-2,4-diol	
25	3-etil-5-metilhex-4-enal	
26	Hexa-1,5-dien-3-ona	
27	2-metil-3-oxobutanal	
28	Ácido 2-hidroxipropenoico	
29	Ácido 3-oxopentanoico	
30	Ciclohexa-1,4-diino	
31	1,3,5-trietilbenceno	
32	Fenilisopropiléter	
33	3-propilhexa-1,5-dieno	
34	<i>o</i> -etilmetilbenceno	
35	Parapropilfenol	
36	4-fenilpenta-1,3-dieno	
37	1-bromo-3,4-dihidroxipentanona	
38	3-metilbut-3-en-2-ol	
39	3-cloropropanal	
40	Ácido metilbutanodioico	
41	Ácido 3-aminopropenoico	
42	Cianuro de ciclopropilo	
43	But2-enonitrilo	
44	Butenona	
45	3-metilpent-2-en-1,5-diol	

<b>46</b>	2-hidroxihex-4-inal	
<b>47</b>	3,3-dimetilpent-4-enal	
<b>48</b>	Benzoato de vinilo	
<b>49</b>	3-metil-4-aminohex-2-enal	
<b>50</b>	Ácido 3-isopropilpent-2-enodioico	
<b>51</b>	3-aminobutanona	
<b>52</b>	2-fenil-2-metilpropanol	
<b>53</b>	Acetato de etilo	
<b>54</b>	N,N-Difenilbenzamida	
<b>55</b>	Metilpropenamida	
<b>56</b>	1,2-difenilpropano	
<b>57</b>	p-isopropilbenzaldehido	
<b>58</b>	3-cloropropanal	
<b>59</b>	Ácido 3-aminobutanoico	
<b>60</b>	N-etilmetanamida	
<b>61</b>	Hex5-inal	
<b>62</b>	Ácido 3-aminobenzoico	
<b>63</b>	N,N-dietilacetamida	
<b>64</b>	2-hidroxi-but-3-enal	
<b>65</b>	Metoxibutano	
<b>66</b>	Cianuro de isopropilo	
<b>67</b>	<i>p</i> -metilanilina	
<b>68</b>	Acetato de 2-butenilo	
<b>69</b>	Butilisopropiléter	
<b>70</b>	2,3,4-trimetilciclopentanona	

EJERCICIOS DE NOMENCLATURA ORGÁNICA.

Fórmula	Nombre
1 $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$	
2 $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$	
3 $\text{CHCl}_2\text{CH}_3$	
4 	
5 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	
6 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$	
7 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCHO}$	
8 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHCH}_3$	
9 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NH}_2$	
10 $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$	
11 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$	
12 $\text{CH}_2=\text{CHNO}_2$	
13 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$	
14 	
15 $\text{CH}_3\text{-CO-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-}$ 	
16 	
17 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	
18 	
19 $\text{CH}_3\text{CHOHCHOHCH}_3$	
20 $\text{CH}_3\text{CHOHCHClCHO}$	
21 $\text{COOHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	
22 $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCHO}$ 	
23 $\text{CH}_3\text{CHOHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$	
24 	
25 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$	
26 $\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$	
27 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOCH}_3$	
28 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{NHCH}_3$	
29 	
30 $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{NH}_2$	
31 	
32 $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$	
33 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CONH}_2$	
34 $(\text{CH}_3)_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
35 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH-C}\equiv\text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \text{ CH}=\text{CH}_2 \end{array}$	
36 $\text{CH}_2\text{OHCHOHCHOHCH}_3$	

37	$\text{CH}_3\text{COCOCH}_3$	
38	$\text{CHOCH}_2\text{COOH}$	
39	$\text{BrCH}=\text{CH}-\text{COOH}$	
40	$\text{COOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$	
41		
42	$\text{CN}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHOHCN}$	
43	$\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_3$	
44	$\text{H}-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
45	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{OH}$	
46		
47	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{OH}$	
48	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CHOH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	
49	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	
50		
51	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$	
52	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	
53	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	
54	$\text{CH}_3-\text{COO}-$ 	
55	$\text{H}-\text{COO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	
56	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-$ 	
57	$\text{CH}_3\text{COCOCH}_3$	
58	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NHCH}=\text{CH}_2$	
59	$\text{H}-\text{CHO}$	
60		
61	$\text{COOHCH}_2\text{CH}=\text{CHCOOH}$	
62	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}-\text{CN}$	
63	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$	
64	$\text{H}-\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	
65	$\text{CH}_3-$  $-\text{COOH}$	
66	$\text{CHOH}=\text{CHOH}$	
67	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{NH}-$ 	
68	$\text{H}-\text{COO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	
69	$\text{CHO}-\text{CH}_2-$ 	
70	$\text{H}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$	
71	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	
72	$\text{CH}_3-$  $-\text{CHO}$	
73	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}=\text{CH}_2$	
74	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CHCl}-\text{CH}_3$	
75	$\text{CH}_2=\text{COH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$	