

Ejemplo 1.13: Calcular todos los estados de oxidación para el nitrato cúprico, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Solución: El cobre tiene un único estado de oxidación de +2, mientras que el del oxígeno es -2 (que corresponde al caso más común excepto en la formación de peróxidos). Falta determinar el estado de oxidación del nitrógeno, para lo cual se hace lo siguiente:

$$(1)x(+2) + (2)x[(1)x(X) + (3)x(-2)] = 0.$$

Despejando el valor de X , se obtiene:

$$X = [-(1)x(+2)]/(2) - (3)x(-2)/(1) = +5.$$

Entonces, el nitrógeno tiene estado de oxidación de +5 cuando forma nitrato cúprico.

1.4.3 Nomenclatura de los compuestos

Debido a la gran cantidad de compuestos químicos que existen en la naturaleza, se ha hecho necesario establecer reglas para darles nombres apropiados. Muchos compuestos tienen nombres comunes o vulgares con los cuales se les conoce, pero que dicen muy poco o nada acerca de su composición y estructura química. (Véase la tabla 1.11.)

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, IUPAC (de su nombre en inglés: *International Union of Pure and Applied Chemistry*) es la organización encargada de regir la nomenclatura de los compuestos orgánicos e inorgánicos.

Hay normas establecidas para nombrar los compuestos químicos, tanto inorgánicos como orgánicos, las cuales se mencionan a continuación.

Tabla 1.11: Nombres comunes de algunos compuestos químicos

Nombre común	Fórmula química	Nombre químico
Acetileno	C_2H_2	Etino
Cal viva	CaO	Óxido de calcio
Cal apagada	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Hidróxido de calcio
Galena	PbS	Sulfuro de plomo
Polvo de hornear	NaHCO_3	Carbonato ácido de sodio
Mármol o caliza	CaCO_3	Carbonato de calcio
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de calcio dihidratado
Alcohol de caña	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Etanol
Alcohol de madera	CH_3OH	Metanol
Leche de magnesia	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	Hidróxido de magnesio
Ácido muriático	HCl	Ácido clorhídrico
Vinagre	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	Ácido acético

Nomenclatura de compuestos inorgánicos

En esta parte se resume las reglas más inmediatas para la nomenclatura inorgánica. Sin embargo, la misma puede ser revisada en Connelly *y cols.* (2005) en su totalidad, o puede ser descargada del archivo en línea disponible en el sitio web de la IUPAC (<http://old.iupac.org/publications/books/author/connelly.html>).

En primer lugar, es necesario recordar que existen iones de carga positiva, llamados cationes, y de carga negativa, llamados aniones. Por ejemplo, el potasio, K, al perder un electrón, se convierte en el catión K^+ . El flúor, F, al ganar un electrón se convierte en el anión F^- .

- ♦ Aniones monoatómicos: su nombre se obtiene agregando el sufijo *-uro* a la raíz del nombre del elemento. Si la raíz termina en vocal, esta última se elimina. Por ejemplo:

F: flúor	→	F: ión fluoruro
Br: bromo	→	Br ⁻ : ión bromuro
Cl: cloro	→	Cl ⁻ : ión cloruro
S: azufre	→	S ²⁻ : ión sulfuro (En este caso, se toma la raíz del nombre del elemento en latín: <i>sulfurum</i>)

Hay un caso de excepción a esta regla para el anión del oxígeno O²⁻, el cual lleva por nombre *óxido*.

- ♦ Cationes monoatómicos: reciben el mismo nombre de los átomos precursores. Si el elemento puede formar más de un catión entonces se coloca a la derecha del nombre, entre paréntesis y en números romanos, la carga del ión. Por ejemplo:

Mg: magnesio	→	Mg ²⁺ : ión magnesio
Ca: calcio	→	Ca ²⁺ : ión calcio
Al: aluminio	→	Al ³⁺ : ión aluminio
Fe: hierro	→	Fe ²⁺ : ión hierro (II)
Fe: hierro	→	Fe ³⁺ : ión hierro (III)
Pd: paladio	→	Pd ²⁺ : ión paladio (II)
Pd: paladio	→	Pd ³⁺ : ión paladio (III)
Pd: paladio	→	Pd ⁴⁺ : ión paladio (IV)

- ♦ Compuestos iónicos binarios que contienen un no metal y un metal que solo forman un tipo de catión: (a) se escribe la raíz del anión con el sufijo *-uro*; (b) se escribe el nombre del catión. Por ejemplo:

LiCl	(Li^+Cl^-) :	cloruro de litio
NaF	(Na^+F^-) :	fluoruro de sodio
MgO	$(\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-})$:	óxido de magnesio

- ♦ Compuestos iónicos binarios que contienen un no metal y un metal que puede formar dos o más cationes: (a) se escribe la raíz del anión con el sufijo *-uro*; (b) se escribe el nombre del catión; (c) se escribe la carga del catión, entre paréntesis y números romanos. Por ejemplo:

FeCl_2	$(\text{Fe}^{2+}\text{Cl}_2^-)$:	cloruro de hierro (II)
FeCl_3	$(\text{Fe}^{3+}\text{Cl}_3^-)$:	cloruro de hierro (III)

- ♦ Compuestos binarios que contienen dos no metales: (a) se escribe la raíz del segundo elemento con el sufijo *-uro*, utilizando un prefijo para indicar la cantidad de átomos de dicho elemento; (b) se escribe el nombre del primer elemento utilizando un prefijo para indicar el número de átomos de ese elemento, en caso de que haya más de uno. Por ejemplo:

CO :	monóxido de carbono
CO_2 :	dióxido de carbono
SO_2 :	dióxido de azufre
HCl :	cloruro de hidrógeno
H_2Se :	seleniuro de dihidrógeno
PCl_3 :	tricloruro de fósforo
P_2Cl_5 :	pentacloruro de diazufre
CCl_4 :	tetracloruro de carbono
N_2O :	monóxido de dinitrógeno
S_2F_{10} :	decafluoruro de diazufre

- ♦ Ácidos derivados de compuestos binarios: (a) se escribe la palabra *ácido*; (b) se escribe la raíz del segundo elemento con el sufijo *-hídrico*. Por ejemplo:

$\text{HCl}_{(\text{ac})}$:	ácido clorhídrico
$\text{H}_2\text{Se}_{(\text{ac})}$:	ácido selenhídrico
$\text{H}_2\text{Te}_{(\text{ac})}$:	ácido telurhídrico

- ♦ Aniones poliatómicos: los más comunes son los **oxoaniones**, los cuales están formados por un elemento central y por oxígeno. La nomenclatura moderna nombra a todos los oxoácidos agregando el sufijo *-ato* al nombre del elemento central y, entre paréntesis y en números romanos, el número de oxidación del elemento central. Por ejemplo:

SO_3^{2-} :	sulfato (IV)
SO_4^{2-} :	sulfato (VI)
NO_2^- :	nitrato (III)
NO_3^- :	nitrato (V)

Hay algunos oxoaniones que forman aniones parcialmente protonados. En este caso, el nombre del anión agrega al principio la palabra *hidrógeno* con un prefijo indicando la cantidad de átomos de hidrógeno que hay por fórmula. Por ejemplo:

HPO_4^{2-} :	hidrógeno fosfato (V)
H_2PO_4^- :	dihidrógeno fosfato (V)
$\text{NH}_4\text{PO}_4^{2-}$:	amonio fosfato (V)

- ♦ Oxoácidos o compuestos formados con hidrógeno, oxígeno y otro elemento no metal. Se nombran de la siguiente manera: (a) se escribe el nombre del anión; (b) se escribe el nombre del catión. Por ejemplo:

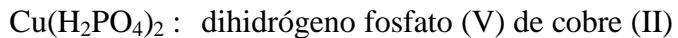
HNO_2 :	nitrato de hidrógeno (III)
HNO_3 :	nitrato de hidrógeno (V)
H_2SO_3 :	sulfato de hidrógeno (IV)
H_2SO_4 :	sulfato de hidrógeno (VI)
HClO_4 :	clorato de hidrógeno (VII)

- ♦ Sales de oxoácidos, obtenidas reemplazando el o los hidrógenos por un metal: (a) se escribe el nombre del anión con el número de oxidación, entre paréntesis y en números romanos, del elemento central; (b) se escribe el nombre del catión. Por ejemplo:

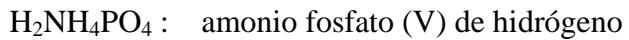
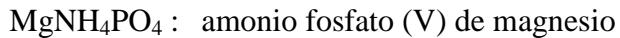
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$:	nitrato (V) de calcio
FeSO_4 :	sulfato (VI) de hierro (II)
$\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$:	sulfato (IV) de hierro (III)
KBrO_4 :	bromato de potasio (VII)),
KBrO_3 :	bromato de sodio (V)).

- ♦ Sales ácidas de los oxoácidos en las cuales no se encuentran reemplazados todos los hidrógenos y existen hidrógenos en la molécula: (a) se escribe el nombre del oxoanión con el número de oxidación del elemento central, entre paréntesis y en números romanos; (b) se escribe el nombre del elemento metálico. Por ejemplo:

KHCO_3 :	hidrógeno carbonato (IV) de potasio
$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$:	hidrógeno sulfato (VI) de hierro(II)
CuH_2PO_4 :	dihidrógeno fosfato (V) de cobre (I)



- ♦ Otros compuestos poliónicos: (a) se le antepone al nombre del anión los nombres de los cationes, utilizando un prefijo para indicar la cantidad que hay de los mismos en la molécula; (b) se escribe el nombre del primer elemento. Por ejemplo:



Nomenclatura de compuestos orgánicos

Aquí se mencionan solo algunos de los aspectos más relevantes para la nomenclatura orgánica, la cual resulta bastante extensa. Para mayor información, el lector puede referirse a Leigh y cols. (1998) o descargar el archivo disponible en línea en el sitio web de la IUPAC (<http://old.iupac.org/publications/books/author/leigh98.html>).

Los compuestos orgánicos son aquellos conformados por una cadena principal de átomos de carbono, la cual es completada por átomos de hidrógeno, de oxígeno y de otros elementos.

Básicamente, la nomenclatura orgánica utiliza prefijos y sufijos para definir las características de la cadena de carbono así como los grupos funcionales.

- ♦ Alcanos, alquenos y alquinos: la primera distinción que se hace en compuestos de cadenas de carbono lineales es si existe solo enlaces simples entre los átomos de carbono, o si existe al menos un enlace doble o triple. Los hidrocarburos saturados están formados por carbonos e hidrógenos unidos a través de enlaces sencillos. Dichos compuestos llevan en su nombre el sufijo *-ano*. Los hidrocarburos insaturados están conformados por compuestos que presentan al menos un enlace doble (el nombre llevará el sufijo *-eno*) o al menos un enlace triple (el nombre del compuesto terminará en *-ino*) en su cadena principal.
- ♦ Prefijos en cadenas de carbono lineales: se utilizan los prefijos dados en la tabla 1.12, según la cantidad de carbonos que están presentes en la cadena principal del compuesto. Dichos prefijos se utilizan tanto para alkanos, alquenos o alquinos.

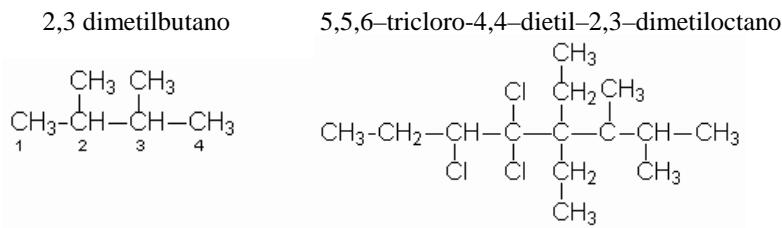
Tabla 1.12: Algunos prefijos en la nomenclatura orgánica

Atomos de carbono	Prefijo utilizado	Atomos de carbono	Prefijo utilizado
1	<i>met-</i>	10	<i>dec-</i>
2	<i>et-</i>	11	<i>undec-</i>
3	<i>prop-</i>	12	<i>dodec-</i>
4	<i>but-</i>	13	<i>tridec-</i>
5	<i>pent-</i>	14	<i>tetradec-</i>
6	<i>hex-</i>	15	<i>pentadec-</i>
7	<i>hept-</i>	20	<i>eicos-</i>
8	<i>oct-</i>	30	<i>triacont-</i>
9	<i>non-</i>	40	<i>tetracont-</i>

También se suele utilizar como prefijo un número en arábigo que indica la ubicación del carbono en la cadena principal en el que se encuentra el enlace doble, triple o un grupo funcional.

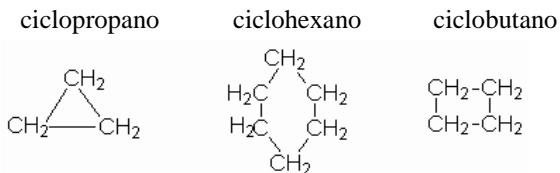
Por ejemplo: el compuesto C_2H_6 (CH_3-CH_3) recibe el nombre de etano, el compuesto $CH_3-CH_2-CH_3$ recibe el nombre de propano. Ahora bien, el compuesto $CH_2=CH_2$ es conocido como eteno y el $CH_2=CH-CH_3$ es el propeno. La cadena $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ corresponde al 1-buteno. La cadena $CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ es el 1-hexino, mientras que $CH_3-C\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ corresponde al 2-hexino y $CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_2-CH_3$ al 3-hexino.

- Los radicales alquilos⁷: dentro de los alkanos, se obtienen estos compuestos al suprimir un átomo de hidrógeno de la cadena principal por un radical. Son muy reactivos y se nombran sustituyendo la terminación *-ano* por *-il* o por *-ilo*. El radical CH_3- es el radical metil o metilo. El radical etil o etilo es CH_3-CH_2- . Por ejemplo:

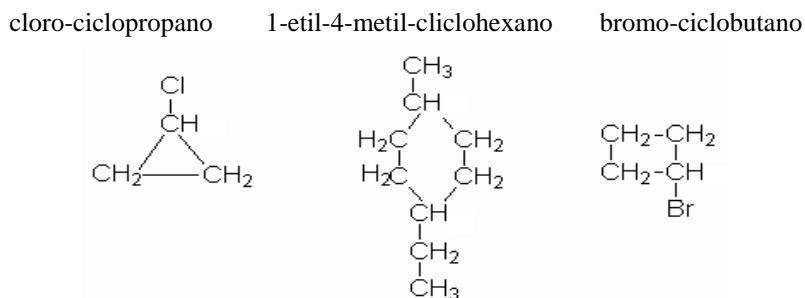


⁷ Algunos de estos ejemplos fueron extraídos de *Reglas de nomenclatura para compuestos orgánicos sencillos*. Recuperado 30 de Julio de 2008, desde <http://www.monografias.com/trabajos28/reglas-nomenclatura/reglas-nomenclatura.shtml>

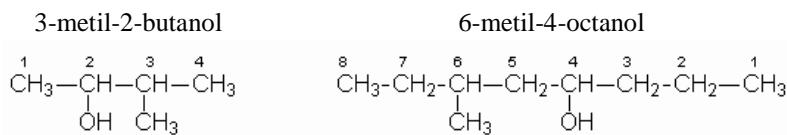
- ♦ Cicloalcanos: son compuestos en los cuales la cadena de carbonos no es lineal sino que forma un anillo. Para nombrarlos se coloca el prefijo *ciclo-* al nombre del alcano de cadena abierta correspondiente. Por ejemplo:



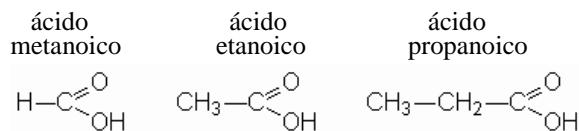
Si hay algún radical sustituyente, se indica su posición a través de un número en arábigo que indica el carbono en el cual está el radical. Por ejemplo:



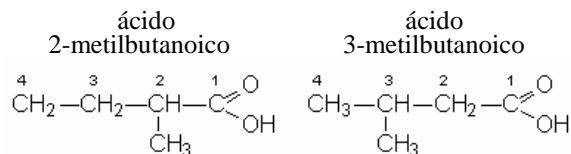
- ♦ Grupos funcionales más comunes: se forman cuando aparecen radicales que le confieren al compuesto de base características bien específicas. Los alcoholes, las cetonas, los carboxilos, éteres, aminas y aldehídos son grupos funcionales. Los **alcoholes**, por ejemplo, contienen el grupo hidroxilo (-OH). Se les nombra sustituyendo la terminación *-o* del hidrocarburo por *-ol*. Por ejemplo: el CH₃-OH es metanol, CH₃-CH₂-OH corresponde al etanol y CH₃-CH₂-CH₂-OH es el 1-propanol. Si hay otros radicales se nombran colocando el número que indica su posición en la cadena de carbonos. Por ejemplo:



Los **ácidos carboxílicos** u orgánicos se obtienen cuando aparece el grupo carboxilo (-COOH). Para nombrarlos se antepone la palabra *ácido* y se le agrega al nombre base del compuesto la terminación *-oico*. Por ejemplo⁸:



Si el compuesto presenta otros radicales, se nombran los mismos como en los casos anteriores. Por ejemplo:



Existen otros grupos orgánicos que no se han nombrado aquí, pero que en la bibliografía mencionada al principio de esta parte aparecen bien estudiados. Se deja al lector investigar al respecto según su conveniencia.

1.5 Ejercicios propuestos

La materia y sus propiedades

1. ¿Cuáles de las siguientes mezclas son homogéneas o heterogéneas y por qué: agua de mar, arena húmeda, tinta diluida, una gaseosa?
2. ¿Cuál es el principio de la destilación?
3. ¿Cuáles son sustancias puras y por qué: hidróxido de sodio, aluminio, limonada, aire, gasolina?
4. Determinar la densidad de una muestra de plata de 94,5 g que ocupa un volumen de 9 cm³.
5. ¿Qué volumen ocuparán 200 g de una disolución cuya densidad es 1,07 g/cm³?

Unidades de medición

6. ¿Cuántos pies cúbicos son 32500 cm³?

⁸ Idem.