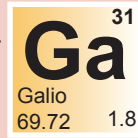
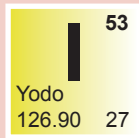
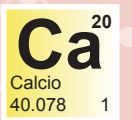
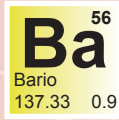
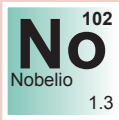




Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Departamento de Física y Química Teórica



No menclatura Ba sica de Quími Ca I nor Ga nica



César Gabriel Vera de la Garza
Kira Padilla Martínez

hexacianoferrato(III) de potasio



ácido + Raíz del anión + hídrico

Nomenclatura básica de Química Inorgánica



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Departamento de Física y Química Teórica



Nomenclatura básica de Química Inorgánica

César Gabriel Vera de la Garza

Kira Padilla Martínez

Primera edición: 2020

Fecha de edición: 28 de enero de 2020

D.R. © 2020 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán,
C.P. 04510, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-30-3348-0

“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio,
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”.

Impreso y hecho en México

Publicación aprobada por el Comité Editorial de la Facultad de Química

■ ÍNDICE

Importancia de la nomenclatura para el químico.....	1
Tabla periódica de los elementos químicos y números de oxidación.....	3
Determinación de números de oxidación	5
Reglas básicas para la nomenclatura de Química Inorgánica.....	9
Signos de agrupación	10
Prefijos multiplicativos	11
Nomenclatura de óxidos de metales y no metales	13
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	14
Nomenclatura de hidróxidos	17
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	18
Nomenclatura de ácidos	20
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	21
Nomenclatura de oxiácidos.....	22
Nomenclatura tradicional/stock	22
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	24
Nomenclatura sistemática	26
Construcción del nombre a partir de la fórmula.....	28
Nomenclatura de sales.....	29
Nomenclatura tradicional/stock	30
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	31
Nomenclatura sistemática	31
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	32
Nomenclatura de oxisales	33
Nomenclatura tradicional/stock	34
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	37
Nomenclatura sistemática	39
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	41

Nomenclatura de hidruros.....	42
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	45
Reglas para la formación de sales dobles y su nomenclatura	48
Nombre a partir de la fórmula	50
Nomenclatura de sustitución (sales con más de un catión, sales ácidas, compuestos tio, etc.).....	52
Sales con más de un catión	52
<i>Construcción de la fórmula a partir del nombre</i>	53
Sales ácidas	53
<i>Nomenclatura stock</i>	54
<i>Construcción de la fórmula a partir del nombre</i>	55
Nomenclatura sistemática	56
<i>Construcción de la fórmula a partir del nombre</i>	56
Compuestos tio.....	57
<i>Construcción de la fórmula a partir del nombre</i>	58
Otros sustituyentes.....	59
Casos especiales	61
Nomenclatura de compuestos de coordinación	62
Casos especiales de la nomenclatura básica de la Química de coordinación.....	67
Construcción de la fórmula a partir del nombre.....	69
Referencias	73

■ IMPORTANCIA DE LA NOMENCLATURA PARA EL QUÍMICO

La nomenclatura es una de las áreas más importantes de la Química cuando se está en el proceso de comprender y hablar en términos químicos. Es el lenguaje que caracteriza a la ciencia química y el que permite a los químicos comunicarse entre ellos, aunque no hablen la misma lengua materna. Por lo tanto, para un estudiante del área de Química resulta de vital importancia aprender, comprender y aplicar correctamente los símbolos, la terminología, las unidades y la nomenclatura.

La nomenclatura química, además de ser el lenguaje propio de la Química, permite alcanzar una mejor comprensión de conceptos químicos básicos; por ejemplo, la cantidad de sustancia, con la cual se explican las relaciones de combinación entre los átomos que forman a las sustancias; la ecuación química, que explica cómo se combinan las sustancias para formar otras y, lo más importante, en qué proporción lo hacen, y también permite generar clasificaciones de las sustancias dependiendo del tipo de átomos que las formen.

Una de las problemáticas observadas en los estudiantes de las carreras afines a la Química es la dificultad que presentan para comprender la nomenclatura; la cual, conforme avanzan en la carrera, se va haciendo cada vez más compleja. Es por ello que se considera fundamental la enseñanza de la nomenclatura desde niveles básicos (secundaria); de entrada, por simple cultura científica y para que los estudiantes aprendan el uso correcto de los símbolos para referirse a las sustancias. Sin embargo, es importante, como docentes, introducir a los estudiantes al lenguaje químico como una lengua nueva que deben aprender, se deben evitar las técnicas de memorización, que pueden ayudar, sí, pero a la larga evitan el aprendizaje significativo del lenguaje químico.

La historia de la nomenclatura química tiene más de cien años. Sin embargo, ha sido durante el siglo pasado, a partir de la fundación de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) que la comunidad científica se ha esforzado por crear reglas que van desde las más básicas, hasta las más especializadas para la nomenclatura, tanto orgánica como inorgánica. Dichas reglas se han ido modificando con el paso del tiempo, de tal forma que un químico experto puede hablar con la nomenclatura común (la más antigua), como con la nomenclatura sistemática, hasta con la nomenclatura IUPAC; por ejemplo, para el H_2SO_4 : el nombre histórico es aceite de vitriolo, el nombre común es ácido sulfúrico (que es el usado comúnmente), el nombre sistemático es sulfato de dihidrógeno, por último, el nombre IUPAC es tetraóxidosulfato de dihidrógeno. Aunque en muchos casos se sigue utilizando el nombre común, es importante saber nombrar a los compuestos con las diferentes nomenclaturas.

Hablando de manera mucho más específica, el tema del que tratará el presente libro es sobre la nomenclatura de Química Inorgánica que los autores consideran básica para un alumno de la licenciatura en Química en cualquiera de sus vertientes. Para ello, se ha desarrollado el tema haciendo énfasis en los números de oxidación como aspecto básico para comprender la nomenclatura. También se presentan ejemplos y ejercicios que ayudarán al estudiante a aprender mejor. Finalmente, se recomienda no estudiar solos, para ello se agregó en cada ejercicio una columna de evaluación, en donde un compañero deberá evaluar sus resultados.

■ TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS Y NÚMEROS DE OXIDACIÓN

Para entender la nomenclatura química es importante aprender los símbolos químicos, es decir, es importante aprender y reconocer los símbolos de los elementos que se encuentran en la **tabla periódica**. Así pues, la tendrás que traer contigo **SIEMPRE**. La tabla periódica se divide en 18 grupos (o familias) y siete periodos. El número de familia, sobre todo el número antiguo (se indica en número romano), da información precisa acerca de la forma en la que los átomos pueden combinarse, esto es, da indicios de los números de oxidación.

Otro concepto que se debe aprender muy bien es identificar los **números de oxidación** más comunes con los que trabaja cada elemento. Algunos, como los de la familia 1 o alcalinos (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) **siempre** que están formando parte de un compuesto, trabajan con el número de oxidación +1. La familia de los alcalinotérreos o del grupo 2, con +2. El hidrógeno es un no metal que puede trabajar con -1 cuando está unido a algún metal alcalino.

La familia 17 o de los halógenos trabaja con -1, a menos que estén unidos a oxígeno; entonces su número puede variar de +1 a +7. El oxígeno (O) trabaja siempre con -2, a menos que esté como peróxido (-1) o como superóxido ($-\frac{1}{2}$). El azufre (S), si está unido sólo a hidrógeno o a un metal alcalino, su número de oxidación será -2; si está unido a oxígeno, su número de oxidación puede variar de +1 a +5. El fósforo y el nitrógeno pueden tener varios números de oxidación que básicamente pueden variar de +1 a +5, aunque ambos también trabajan con -3.

De los metales de transición (familias 3 a 12) los números de oxidación pueden variar y te tocará a ti averiguar cuáles son los más comunes de aquellos elementos más utilizados como: hierro, cromo, zinc, plata, cadmio, mercurio, níquel, manganeso, cobalto, vanadio. Averigua también el número (o números) de oxidación

más común(es) para elementos como: estaño, galio, indio, plomo, boro, carbono, aluminio, silicio, arsénico.

Cuando un elemento pierde o gana electrones, forma lo que se conoce como iones positivos o **cationes** (cuando hay pérdida de electrones) e iones negativos o **aniones** (cuando hay ganancia de electrones); de estos cationes y aniones hay algunos muy comunes, tendrás que aprender a reconocerlos y son:

a) aniones:

Los aniones normalmente están formados por no metales y para nombrarlos se toma la raíz del nombre del elemento y se le añade un sufijo. Las raíces que debes considerar son:

B	bor	C	carb	N	nitr	O	ox	H	hidro
		Si	silic	P	fosf	S	sulf	F	fluor
				As	arsen	Se	selen	Cl	clor
								Br	brom

- i. Aniones monoatómicos: aquellos que están formados por átomos iguales o átomos del mismo elemento. Para nombrarlos se dice ion, la raíz del elemento y se le añade el sufijo **-uro** cuando no están relacionados a oxígeno e **-ido** cuando se relacionan a éste.

H^-	ion hidr uro	O^{2-}	ion ó ido	N^{3-}	ion nitr uro
Cl^-	ion clor uro	S^{2-}	ion sulf uro		

- ii. Aniones poliatómicos: están formados por átomos diferentes o de elementos diferentes

OH^-	ion hidr óxido	CN^-	ion cian uro	O_2^{2-}	ion per óxido
--------	-----------------------	--------	---------------------	------------	----------------------

- iii. Aniones poliatómicos que contienen oxígeno: sus nombres terminan en **-ato** o **-ito**.

La terminación **-ato** es usada para el oxianión que tiene al elemento central con número de oxidación más alto. La terminación **-ito** es usada para el oxianión que tiene al elemento central con número de oxidación más bajo.

NO_3^- **nitrato**:

aquí el nitrógeno (que es el elemento central) tiene número de oxidación +5.

NO_2^- **nitrito**:

aquí el nitrógeno (que es el elemento central) tiene número de oxidación +3.

SO_4^{2-} **sulfato**:

aquí el azufre (que es el elemento central) tiene número de oxidación +6.

SO_3^{2-} **sulfito**:

aquí el azufre (que es el elemento central) tiene número de oxidación +4.

• **Determinación de números de oxidación**

Para determinar los números de oxidación es importante reconocer la especie química de interés, es decir, identificar si la especie es neutra, un catión o un anión. La forma de calcular el número de oxidación es muy simple, sólo se debe reconocer la operación matemática que puede ayudar. Es importante mencionar que los números romanos se utilizan principalmente cuando se escribe el nombre de las sustancias y siempre van entre paréntesis. En general, se escribirá en números arábigos los números de oxidación cuando se haga referencia a ellos.

A continuación se presentan tres ejemplos, uno para cada caso:

Ejemplo 1. Sulfato de sodio (Na_2SO_4). Primero se debe considerar que la especie es neutra: no tiene carga positiva ni negativa. A continuación, se consideran aquellos átomos de los que se sabe su número de oxidación o que es posible identificarlo en la tabla periódica. En este caso, el átomo de sodio pertenece a la familia IA o 1, por lo que su número de oxidación es (+1). El otro átomo del que es posible saber su número de oxidación es el oxígeno; el cual se encuentra en la familia VIA, por lo que su número de oxidación más común es (-2) (a menos que esté como peróxido o superóxido). Si se plantea una ecuación

matemática relacionando estos números de oxidación con el número de átomos presentes de cada especie y que la suma total debería ser cero (ya que la especie es neutra), ¿cuál sería el número de oxidación del azufre?

$$(2Na \times 1) + (4 O \times (-2)) + (1 S \times (x)) = 0$$

Dos cargas positivas aportadas por cada sodio más ocho cargas negativas aportadas por el oxígeno generan un aporte de 6 cargas negativas. Es decir, el azufre debe tener un número de oxidación de 6 positivo, para que la suma total de cargas aportadas dé cero (de manera que genere una especie neutra). Si se despeja la incógnita, quedaría:

$$x = 8 - 2 = 6$$

Ejemplo 2. Pensando en un catión positivo, uno que genera mucho conflicto es el amonio (NH_4^+). Se va a determinar el número de oxidación del nitrógeno. Dado que la especie es positiva, se debe buscar en la ecuación un resultado equivalente a esa carga neta. En este caso la ecuación que se debe plantear es:

$$(4 H \times 1) + (1 N \times [x]) = +1$$

Es importante considerar que el número de oxidación del hidrógeno es +1 y no -1, como muchos estudiantes suelen pensar, ¿por qué? Porque el hidrógeno sólo trabaja con -1 cuando está frente a un elemento más electropositivo, como puede ser un metal alcalino o alcalinotérreo. Como en este caso el nitrógeno es un no metal y es más electronegativo que el hidrógeno, se debe buscar un número que sumado a +4 dé como resultado +1, y ese número es -3. Es decir, el número de oxidación del nitrógeno en el amonio es -3.

Ejemplo 3. Ahora imagina un ion negativo, por ejemplo, el ion fosfato (PO_4^{3-}). Éste tiene una carga neta de -3, es decir, en la ecuación se debe buscar un resultado final igual a este número.

$$(4 O \times [-2]) + (1 P \times [x]) = -3$$

en este caso el número de oxidación más común para el oxígeno es -2, como son cuatro oxígenos se tiene un aporte de -8 cargas negativas. Como la carga

neta del ion es -3 , entonces se debe buscar un número que sumado a -8 sea igual a -3 , y éste es $+5$, lo que significa que el número de oxidación del fósforo es $+5$.

• **Ejercicios**

Determina el número de oxidación del átomo indicado para cada una de las siguientes especies químicas:

- | | |
|---|--|
| 1. $\underline{\text{P}}_2\text{O}_5$ _____ | 2. $\text{Mg}\underline{\text{S}}\text{O}_3$ _____ |
| 3. $\underline{\text{N}}_2\text{O}_4$ _____ | 4. $\text{H}_2\underline{\text{O}}_2$ _____ |
| 5. $\underline{\text{Fe}}_2\text{O}_3$ _____ | 6. $\underline{\text{Cl}}\text{O}_2$ _____ |
| 7. $\underline{\text{Si}}\text{H}_4$ _____ | 8. $[\underline{\text{Al}}\text{Cl}_4]^-$ _____ |
| 9. $\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Cl}_2$ _____ | 10. $\underline{\text{Cl}}\text{O}_4^-$ _____ |
| 11. $\text{NH}_4\underline{\text{N}}\text{O}_3$ _____ | 12. $\text{Na}_2\underline{\text{Cr}}\text{O}_4$ _____ |
| 13. $\text{K}_2\underline{\text{Mn}}\text{O}_4$ _____ | 14. $\text{K}_2\underline{\text{O}}_2$ _____ |

■ REGLAS BÁSICAS PARA LA NOMENCLATURA DE QUÍMICA INORGÁNICA

En este libro se abordarán diferentes sistemas de nomenclatura de Química Inorgánica, todos ellos son actualmente aceptados por la IUPAC. Entre éstos se encuentra la nomenclatura sistemática o estequiométrica; la nomenclatura IUPAC que utiliza los números de oxidación en lugar de prefijos numéricos y otra más, también llamada *nomenclatura aditiva* para el caso específico de los compuestos de coordinación.

Para cualquier especie, el número de oxidación del átomo central deberá ser expresado entre paréntesis y con número romano siguiente al nombre del mismo (esta regla aplica para toda la nomenclatura de Química Inorgánica que requiera que se exprese el número de oxidación en el nombre). Por convención, el número de oxidación ubicado entre paréntesis siempre será positivo, a no ser que el signo negativo (-) sea indicado.

Para todos los distintos estilos de nomenclatura se usa lo siguiente:

- Raíz de los elementos.
- Prefijos multiplicativos.
- Sufijos indicativos de cargas.
- Nombres y terminaciones comunes para familias de compuestos.
- Sufijos indicando las características del grupo sustituyente.

Para los compuestos de coordinación, el orden en que se articula el nombre es alfabéticamente no incluyendo los prefijos multiplicativos. Para este efecto, no importa con qué letra empiece el prefijo, lo que importa es la letra con la que empieza la raíz del ligante.



En general, para la construcción de la fórmula, el catión o cationes se escriben del lado izquierdo seguidos por el anión. Por otro lado, en la construcción del nombre, el anión se escribe primero y posteriormente el catión. Esta regla es diferente de cómo se escribe en inglés, en donde, al igual que en la fórmula, primero se escribe el catión y después al anión.

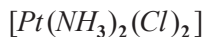
Fórmula	Nombre en español	Nombre en inglés
NaCl	Cloruro de sodio(I)	Sodium chloride
LiF	Fluoruro de litio(I)	Litium fluoride
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Fosfato de calcio(II)	Calcium phosphate

Existen más reglas mucho más específicas, algunas de ellas serán abordadas cuando se proceda a explicar detalladamente la nomenclatura para diferentes compuestos.

• Signos de agrupación

Para toda la nomenclatura de Química es fundamental el uso adecuado de los signos de agrupación, ya que un paréntesis puede ser capaz de cambiar la manera en que se ve la fórmula química y define también el nombre.

Los signos de agrupación empleados para las fórmulas deben seguir el siguiente orden: [], (), { () }, [(())], etc. En donde los corchetes son utilizados para agrupar a la fórmula completa, mientras que los paréntesis y llaves reúnen, por ejemplo, sustituyentes en un compuesto de coordinación.



Los nombres utilizan paréntesis sólo en la nomenclatura sistemática.

- **Prefijos multiplicativos**

El uso de prefijos numéricos, también llamados *prefijos multiplicativos*, es de vital importancia para todo tipo de nomenclatura. Se utiliza para indicar las veces que aparece repetida una especie química (ligante, catión, anión) en una fórmula.

Existen tres tipos de prefijos multiplicativos empleados en la nomenclatura química:

Tipo 1. Prefijos derivados del griego (números cardinales) se utilizan para indicar el número de átomos idénticos, sustituyentes compuestos por más de un átomo, ligantes simples o átomos centrales en ácidos, aniones, etc.

Tipo 2. Prefijos derivados del griego (adverbios numéricos) se usan para indicar sustituyentes compuestos idénticos, ligantes, estructuras centrales o simplemente para evitar ambigüedad.

Tipo 3. Prefijos derivados del latín son utilizados para indicar conjuntos o sistemas de anillos idénticos.

Tabla 1. Tipos de prefijos multiplicativos usados en la nomenclatura química.

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
mono		
di	bis	bi
tri	tris	ter
tetra	tetrakis	quarter
penta	pentakis	quinque
hexa	hexakis	sexi
hepta	heptakis	septi
octa	octakis	octi
nona	nonakis	novi
deca	decakis	deci
undeca		undeci
doceca		

El resto de los prefijos numéricos obedece la misma regla empleada para nombrar las figuras geométricas. Cuando el nombre del sustituyente comienza con un prefijo multiplicativo (trifosfato, dicromato, etc.) o existe riesgo de ambigüedad, se utilizan los prefijos del tipo 2.

▪ Nomenclatura de óxidos de metales y no metales

Todos hemos escuchado, al menos una vez, el nombre de algún óxido, ya que son mucho más comunes de lo que se cree. La fórmula química de los óxidos obedece la siguiente fórmula general (no aplica para peróxidos, superóxidos, etc.):



En donde la letra (*M*) representa al átomo central o especie con número de oxidación positivo, (*O*) representa al oxígeno en forma de óxido, es decir, con número de oxidación negativo (-2); y las letras (*x*) y (*z*) representan la proporción en la que los átomos se encuentran presentes en la fórmula.

La nomenclatura de los óxidos es bastante sencilla y puede ser descrita usando diferentes métodos. En este libro y para estos compuestos, nos enfocaremos en las nomenclaturas sistemática y la que utiliza números de oxidación, esta última es conocida comúnmente como *IUPAC* (cabe mencionar que todas las nomenclaturas descritas son aceptadas por la IUPAC). Para nombrar a los óxidos, así como a cualquier otro compuesto, primero se nombrará al óxido (ver que la terminación siempre es -ido) y después al átomo central. En el caso de la nomenclatura sistemática se deben considerar los prefijos multiplicativos para cada átomo; en el caso de la nomenclatura IUPAC se debe tomar en cuenta el número de oxidación, como se muestra en la siguiente tabla:

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre IUPAC
P ₂ O ₅	pentaóxido de difósforo	óxido de fósforo(V)
Fe ₂ O ₃	trióxido de dihierro	óxido de hierro(III)
N ₂ O	monóxido de dinitrógeno	óxido de nitrógeno(I)
Cl ₂ O ₇	heptaóxido de dicloro	óxido de cloro(VII)
SO ₃	trióxido de azufre	óxido de azufre(VI)

Al utilizar la nomenclatura sistemática, los prefijos numéricos corresponden al número de átomos de ese elemento presentes en la fórmula mínima. No se debe dejar ningún espacio entre los prefijos numéricos y el nombre, es decir, se escribe el prefijo y luego la palabra óxido o el nombre del átomo central. Al utilizar la nomenclatura llamada en este libro como IUPAC es fundamental conocer el número de oxidación del metal o del no metal, según corresponda, y éste se escribe entre paréntesis después del nombre.

Por ejemplo: P_2O_5 , pentaóxido de difósforo u óxido de fósforo(V). Los prefijos subrayados corresponden al número de átomos de oxígeno y de fósforo respectivamente; por ende, su respectivo prefijo numérico acompaña al nombre. El otro nombre no posee mayor complicación, ya que siempre se escribirá como óxido de fósforo(V) y en el paréntesis se encontrará el número de oxidación que corresponda, ésa será la pauta para diferenciarlos.

No existe una preferencia por ninguna de las dos nomenclaturas, se aconseja usar la que menos problemas le cause; ambas son correctas. Cabe mencionar y especificar terminantemente que NO se deben mezclar ambas nomenclaturas, si se opta por utilizar la sistemática no se debe utilizar el número de oxidación y si se encuentra utilizando la otra, no debe utilizar prefijos numéricos.

• **Construcción de la fórmula a partir del nombre**

La construcción de fórmulas de óxidos a partir del nombre es relativamente sencilla en comparación con los compuestos que se tratarán más adelante. No importa qué nomenclatura se utilice, ambas brindan información sobre la estructura, en particular la nomenclatura sistemática o estequiométrica aporta mayor información.

Basta con tener siempre presente que el número de oxidación del oxígeno en estos compuestos siempre es (-2) y que no importa cuál sea la estequiometría, un compuesto debe ser eléctricamente neutro o de lo contrario será un ión. Por ende, para estos casos, la suma de cargas deberá ser cero.

Nombre	Fórmula
Óxido de titanio(II)	TiO
Trióxido de dicromo	Cr ₂ O ₃
Óxido de sodio	Na ₂ O
Óxido de calcio	CaO
Dióxido de carbono	CO ₂

La suma de cargas para todos los compuestos anteriores siempre es igual a cero, para conseguir dicha electroneutralidad se debe hacer uso de la estequiometría. Por ejemplo: para el caso del Na₂O, el número de oxidación del sodio, que es un metal del grupo I, siempre será (+1); por ende, deben existir dos átomos de sodio en la fórmula mínima para que exista electroneutralidad, ya que la carga neta del ion óxido es (-2).

NOMENCLATURA BÁSICA DE QUÍMICA INORGÁNICA

Ejercicios. Escribe los nombres o las fórmulas según corresponda.				
Fórmula	Nombre sistemático	Nombre IUPAC	Número de oxidación	Revisión por un compañero
Rb ₂ O				
SrO				
Y ₂ O ₃				
TcO ₂				
CoO				
Hg ₂ O				
CdO				
ZnO				
TeO ₃				
PoO				
La ₂ O ₃				
TbO ₂				
Ag ₂ O				
MnO ₂				
Sc ₂ O ₃				
	trióxido de dirodio			
	tetraóxido de osmio			
		óxido de cromo(III)		
	dióxido de titanio			
		óxido de zirconio(IV)		
		óxido de hafnio(I)		
	trióxido de dialuminio			
		óxido de cobre(II)		
	monóxido de carbono			
		óxido de cobre(I)		

▪ **Nomenclatura de hidróxidos**

Los hidróxidos son sustancias cuyo átomo central es casi siempre un metal. Existen cationes mixtos como el amonio (NH_4^+), entre otros, que también pueden formar hidróxidos. La nomenclatura de hidróxidos sigue una lógica bastante similar a la nomenclatura de los óxidos. Para cualquiera de las dos nomenclaturas que se están utilizando, se debe anteponer la palabra hidróxido seguida del nombre del metal y, cuando sea necesario, a éste le seguirá el número de oxidación encerrado entre paréntesis.

Cuando lo que se desee sea utilizar la nomenclatura sistemática, deberá entonces anteponerse el prefijo numérico correspondiente a la cantidad de hidroxilos, seguida del nombre del catión. Los hidróxidos pueden ser descritos mediante la siguiente fórmula general:



En la expresión, la letra (M) describe el símbolo de cualquier metal, (OH^-) es el ion hidroxilo, el cual posee carga neta (-1) y (z) representa el número de iones hidroxilo que componen la fórmula mínima; por tanto, el prefijo numérico usado estará en función de dicho número, omitiendo por convención el prefijo para una sola entidad (mono).

Como se está hablando de compuestos eléctricamente neutros, no se hablará de cargas y éstas serán tratadas hasta el capítulo en donde se hable sobre compuestos de coordinación.

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre IUPAC
$\text{Al}(\text{OH})_3$	trihidróxido de aluminio	hidróxido de aluminio
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	dihidróxido de hierro	hidróxido de hierro(II)
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	trihidróxido de hierro	hidróxido de hierro(III)
NaOH	hidróxido de sodio	hidróxido de sodio
$\text{Ni}(\text{OH})_2$	dihidróxido de níquel	hidróxido de níquel(II)

Es fundamental que no se mezclen ambos estilos de nomenclatura, aunque existen excepciones; éstas se dan cuando el metal presenta un único número de oxidación, como el caso de los metales alcalinos y alcalinotérreos, así como el aluminio, cuyo número de oxidación es +3. Al tratarse de compuestos eléctricamente neutros, la suma total de las cargas deberá ser igual a cero.

- **Construcción de la fórmula a partir del nombre**

La construcción de las fórmulas de los hidróxidos es una de las más sencillas, basta con recordar que la carga neta del ion hidroxilo siempre será (-1); por ello, lo único que marca la diferencia será el número de oxidación del metal, el cual es indicado por el número romano o, en su defecto, el prefijo numérico indicará cuántos hidroxilos componen la fórmula y con ello estará implícito el número de oxidación del metal.

Ejercicios. Escribe los nombres o fórmulas según corresponda.				
Fórmula	Nombre sistemático	Nombre IUPAC	Número de oxidación	Revisión por un compañero
KOH				
Ca(OH) ₂				
Mg(OH) ₂				
Zn(OH) ₂				
AgOH				
Ba(OH) ₂				
	hidróxido de litio			
	trihidróxido de níquel			
	trihidróxido de osmio			
		hidróxido de cobalto(III)		

▪ Nomenclatura de ácidos

Los ácidos inorgánicos son sustancias formadas únicamente por no metales. Los ácidos se pueden dividir en dos subgrupos: los binarios y los oxiácidos.

Los ácidos binarios no contienen oxígeno y pueden ser descritos mediante la siguiente fórmula general.



En donde (H) representa al hidrógeno, (X) es un anión que puede ser un halógeno u otro no metal, etc. Por último, (z) indica el número de átomos de hidrógeno presentes en la fórmula. En este caso, el no metal X siempre trabajará con el número de oxidación negativo; por lo tanto, la carga del ion será negativa, por ejemplo: Cl^{1-} , S^{2-} , P^{3-} , etc., y el hidrógeno siempre será (+1). Es importante aclarar que no todas las sustancias formadas por un no metal e hidrógeno presentan características ácidas. E incluso algunas de estas sustancias se les nombra ácido cuando están disueltas en agua, es decir, cuando son mezclas, como es el caso del $HCl(ac)$, ácido clorhídrico. Cuando no está disuelto en agua se le nombra *cloruro de hidrógeno*.

Los ácidos binarios o hidrácidos siempre se nombrarán de la siguiente forma: se antepone el prefijo ácido, posteriormente sigue la raíz del anión, y por último la terminación -hídrico, la cual es invariante y por ello su presencia indicará que el compuesto es un hidrácido:

ácido + Raíz del anión + hídrico

Por ejemplo: $HCl(ac)$, ácido clorhídrico; $H_2S(ac)$, ácido sulfhídrico; $HCN(ac)$ ¹, ácido cianhídrico. Cuando la sustancia no se encuentra en disolución acuosa se le nombra como un compuesto binario: HCl , cloruro de hidrógeno; H_2S , sulfuro de hidrógeno, HCN , cianuro de hidrógeno. Se encuentran subrayados tanto el prefijo como la terminación, la cual será común para todos los hidrácidos.

¹ Algunos ácidos cuyo anión es compuesto, como este caso, se consideran binarios, porque la terminación del nombre del anión, en la sal, es -uro; y en el ácido es -hídrico.

▪ **Construcción de la fórmula a partir del nombre**

Tal y como se mencionaba anteriormente, la terminación hídrico indica que se trata de un hidrácido; bastará con conocer el número de oxidación del anión para que se pueda escribir la fórmula. El conocimiento de los números de oxidación requiere práctica, es por ello que a continuación se incluyen algunos ejercicios.

Es importante aclarar que no todos los elementos no metálicos, que tienen número de oxidación negativo, necesariamente forman sustancias con propiedades ácidas cuando se combinan con hidrógeno. Esta propiedad se presenta cuando el no metal es más electronegativo, pero tiene un número de oxidación menos negativo. Si se analiza la tabla siguiente, el primer periodo del boro al flúor, la acidez se incrementa de izquierda a derecha, es decir el HF es más ácido que el H₂O, y éste será más ácido que el NH₃, siendo el CH₄ una especie neutra. Si se ubican las familias, sólo la 16 y 17 pueden formar ácidos binarios.

Tabla 2. Tendencia de números de oxidación negativos.

13	IIIA	14	IVA	15	VA	16	VIA	17	VIIA
5	B	6	C -4	7	N -3	8	O -2	9	F -1
13	Al	14	Si -4	15	P -3	16	S -2	17	Cl -1
31	Ga	32	Ge -4	33	As -3	34	Se -2	35	Br -1
49	In	50	Sn -4	51	Sb -3	52	Te -2	53	I -1
81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At

- **Nomenclatura de oxiácidos**

Los oxiácidos son sustancias formadas por un no metal (como átomo central) y oxígeno, pudiendo ser descritos mediante la siguiente fórmula general:



En donde (*H*) representa al hidrógeno, (*M*) representa al no metal cuyo número de oxidación (siempre positivo) puede variar según sea el caso y (*O*) representa al oxígeno. A su vez, los coeficientes (*z*, *y*, *w*) representan el número de átomos presentes de ese elemento en la fórmula molecular, (cuando la sustancia es molecular) o empírica (cuando la sustancia es de tipo red).² Es decir, la fórmula química del compuesto.

La manera en que estos compuestos son nombrados son diversas, en este libro se presentarán dos nomenclaturas, siendo una de ellas la más común. Ambas son descritas a continuación:

- **Nomenclatura tradicional/stock**

Este tipo de nomenclatura resulta ser la más común en la Química Inorgánica. Se fundamenta en el hecho de que para diferentes números de oxidación del no metal existen distintos prefijos y terminaciones que pueden ser elegidos de modo tal que dicha combinación sea única.

Para esta técnica es necesario hacer uso de la siguiente tabla:

² Hay algunas sustancias de red cuya fórmula empírica no necesariamente es la fórmula real; por ejemplo, el cloruro de mercurio(I). En este caso, el mercurio(I) está en forma de dímero, es decir, Hg_2^{2+} , por lo que la fórmula del cloruro será Hg_2Cl_2 ; sin embargo, su fórmula empírica es $HgCl$.

Tabla 3. Tabla auxiliar en la nomenclatura de oxiácidos. Aquellas casillas con el signo (–) representan que no existe tal prefijo. Por conveniencia se deja en blanco el espacio para colocar la raíz del no metal y así pueda ser usada de manera general.

Número de oxidación del no metal	Prefijo	Raíz del no metal	Terminación
1 o 2	hipo-		-OSO
3 o 4	-		-OSO
5 o 6	-		-ICO
7	per-		-ICO

La manera en que se construirá el nombre obedecerá siempre a la siguiente estructura:

ácido + prefijo(sin aplica) + raíz del no metal + terminación

Cabe mencionar que, dado que se están nombrando ácidos, es necesario hacer hincapié en **SIEMPRE** anteponer la palabra “ácido” a cualquier nombre que se dé.

El funcionamiento de la **Tabla 3** se explicará con el siguiente ejemplo para la familia de ácidos derivados del cloro.

Fórmula	Nombre	Número de oxidación del cloro
HClO	ácido <u>hipocloroso</u>	+1
HClO ₂	ácido <u>cloroso</u>	+3
HClO ₃	ácido <u>clórico</u>	+5
HClO ₄	ácido <u>perclórico</u>	+7

Dado que siempre se cumplirá el principio de electroneutralidad, basta con recordar los números de oxidación del oxígeno y del hidrógeno para ser capaces de conocer el número de oxidación del cloro que, en este caso, es aquel que se utiliza en la **Tabla 3** para conocer el prefijo y la terminación adecuadas.

Tomando el primero de los ácidos (HClO), si se sabe que el número de oxidación para el hidrógeno y oxígeno en este tipo de compuestos siempre será +1 y -2, respectivamente; entonces, el número de oxidación del cloro en este compuesto es +1 para que la suma sea cero.

El número obtenido corresponde al prefijo hipo- y a la terminación -oso. Aunque en la tabla aparezcan dos números de oxidación distintos correspondientes a una misma terminación, se tomarán éstos y será con ellos como se construirá la fórmula. En otras palabras, al número de oxidación +1 le corresponde el prefijo hipo- y la terminación -oso, por lo que bastará con conocer la raíz del no metal y utilizar la fórmula de construcción anteriormente descrita para construir el nombre. Para el resto de los ácidos se cumple lo mismo. No olvidando anteponer la palabra “ácido”: ácido hipocloroso (nótese que la combinación del prefijo con la raíz y la terminación se escriben sin espacios).

Cuando se presente el caso en que el elemento que componga al oxoanión posea sólo dos números de oxidación, cualesquiera sean, la terminación -ico será asignada a aquel oxiaácido cuyo átomo central tenga el valor más alto de los dos y, paralelamente, la terminación -oso, al compuesto en que se presente el estado de oxidación menor.

▪ Construcción de la fórmula a partir del nombre

De igual manera en la que se construyen los nombres a partir de la fórmula, será necesario hacer uso de la **Tabla 3** para ser capaces de construir las fórmulas a partir del nombre. Se remarca el cumplimiento del principio de electroneutralidad y los números de oxidación más comunes para el oxígeno e hidrógeno en este tipo de compuestos.

Supóngase que el ejercicio implica la construcción de la fórmula del ácido sulfúrico. El nombre en sí brinda información suficiente para la construcción de la fórmula. Por ejemplo, la terminación -ico nos orienta sobre el número de oxidación, mientras que la raíz sulfur- hace referencia al azufre. Además, como ya se mencionó, es importante hacer uso de la tabla periódica. Al revisar la **Tabla 3**, se sabe que la terminación

-ico le corresponden dos números de oxidación: +5 y +6. Con la tabla periódica es posible saber que dentro de los números de oxidación comunes para el azufre están únicamente el +4 y el +6, por lo que se asume es el segundo.

Conociendo el número de oxidación y la manera en que se escriben las fórmulas de los oxiácidos, además del principio de electroneutralidad, es posible construir la fórmula. Si el azufre está trabajando con el número de oxidación de +6, y el oxígeno y el hidrógeno trabajan con número de oxidación de -2 y +1, respectivamente. Ahora sólo se debe considerar el principio de electroneutralidad:

$$1S \times (+6) + x H \times (+1) + y O \times (-2) = 0$$

Si se considera que el hidrógeno aporta cargas positivas y el oxígeno cargas negativas, entonces una buena combinación sería 4 oxígenos y 2 hidrógenos, lo que permite cumplir con el principio de electroneutralidad y deja la siguiente fórmula:



La razón por la cual se construye de esta manera y no de otra es que para la mayoría de los no metales, no incluyendo a los halógenos (F, Cl, Br, I), el nitrógeno y algunos metales de transición capaces de formar oxiácidos, *la suma de los números de oxidación de los oxígenos, en valor absoluto, deberá ser mayor a 1 en comparación con el número de oxidación del no metal central, y no mayor a lo que pueda obtenerse con la primera combinación de oxígenos que supere la unidad.* Para este ejemplo en particular, el número de oxidación del azufre es +6, por lo que, si se usaran 3 oxígenos, cuya suma de cargas es igual, pero de signo contrario, -6, se cumpliría invariablemente el principio de electroneutralidad con la fórmula (SO₃) y la adición de hidrógenos violaría dicho principio.

Por el contrario, si se usaran más oxígenos; por ejemplo, 5, se violaría la indicación que se ha dado, puesto que la suma de las cargas netas de 5 oxígenos es -10, 4 unidades por encima (en valor absoluto) del número de oxidación del azufre. Para el caso de oxiácidos formados con halógenos, bastará con que la suma de las cargas de los oxígenos, en valor absoluto, sea superior en una

unidad al número de oxidación del no metal, como es el caso de la familia de oxiácidos del cloro que se incluyó anteriormente.

En caso de que no haya quedado claro, se utilizará un segundo ejemplo. Supóngase la construcción de la fórmula para el ácido fosforoso.

Como se mencionaba, la terminación -oso hace referencia a dos números de oxidación posibles: +3 y +4. La raíz fosfor- hace referencia al fósforo. Revisando la tabla periódica, dentro de los números de oxidación comunes para el fósforo no se encuentra presente +4, por lo que éste se descarta y se asumirá la presencia de un fósforo +3.

Como resultado del análisis anterior y respetando las reglas descritas, se obtiene la siguiente fórmula.



Explicando a detalle aquello que pudo no haber quedado claro, si se intentase usar 2 oxígenos, la suma de las cargas netas de los tres resulta en -4 . Encontrándose este valor una unidad, en valor absoluto, por encima del número de oxidación del fósforo, que es +3. Por lo que, con base en la regla explicada, sólo para los halógenos y algunos metales de transición es válido que la suma de las cargas de los oxígenos sea igual a la unidad; intentar usar 2 oxígenos dado que el fósforo no es un halógeno resultaría incorrecto. Lo mismo para 4 oxígenos, lo cual implicaría una suma de -8 . Como se mencionaba, la combinación correcta de oxígenos será la primera con la que se supere por más de una unidad (en valor absoluto) el número de oxidación del no metal.

▪ Nomenclatura sistemática

Esta nomenclatura no requiere el aprendizaje de una tabla, como la vista anteriormente. Tampoco requiere el cálculo del número de oxidación del no metal; bastará con conocer los prefijos numéricos, sus reglas y las raíces de los no metales involucrados para construir el nombre.

No será necesario el conocimiento del número de oxidación del no metal ya que, para un mismo grupo de ácidos compuestos por el mismo elemento con diferentes números de oxidación, como se analizó, el número de oxígenos cambia, por lo que si la nomenclatura es sistemática, el prefijo numérico también lo hará, quedando inexistente el riesgo de ambigüedad. La construcción se realizará de la siguiente manera:

(prefijo) Óxido + Raíz del no metal + ato + de (prefijo)hidrógeno

Nótese que para **TODOS** los ácidos nombrados con esta técnica, la terminación del anión siempre será -ato. Ello es debido a que se suponen como sales de hidrógeno. Más adelante se hablará de las sales y de cómo es su nomenclatura.

Por ejemplo, utilizando los oxiácidos del cloro como se hizo anteriormente:

Fórmula	Nombre	Número de oxidación del no metal
HClO	<u>mon</u> óxido <u>clorato</u> de hidrógeno	+1
HClO ₂	<u>di</u> óxido <u>clorato</u> de hidrógeno	+3
HClO ₃	<u>tri</u> óxido <u>clorato</u> de hidrógeno	+5
HClO ₄	<u>tetra</u> óxido <u>clorato</u> de hidrógeno	+7

Para el hidrógeno es posible obviar el prefijo “mono”, aunque en caso de que fuera escrito, formalmente seguiría siendo correcto. Ejemplo: monóxidoclorato de monohidrógeno.

Se subrayan los prefijos numéricos involucrados además de la terminación -ato la cual permanece invariante, no importando el número de oxidación del no metal.

- **Construcción del nombre a partir de la fórmula**

Bastará con analizar el nombre del ácido y los prefijos numéricos que lo componen para conocer con exactitud la fórmula del compuesto. Es decir, encontrar compuestos cuyo nombre se encuentre escrito mediante construcción sistemática resulta ser, por mucho, más eficiente al momento de la construcción de la fórmula. Las fórmulas de los compuestos a partir del nombre se escriben de derecha a izquierda y los nombres de los compuestos a partir de la fórmula se leen y escriben de derecha a izquierda.

Por lo anterior, se analizará entonces el siguiente ejemplo: tetraóxidosulfato de dihidrógeno: el prefijo *tetra* indica la presencia de cuatro unidades, dado que la palabra *óxido* sigue al prefijo, esto querrá decir que la fórmula presenta cuatro átomos de oxígeno. *Sulfato* hace referencia a la presencia del azufre en la fórmula molecular y dado que para la nomenclatura sistemática las terminaciones del no metal que compone al oxoanión siempre son *ato*, el número de oxidación se encontrará implícito en la cantidad de oxígenos e hidrógenos que presente la fórmula. Para finalizar, *dihidrógeno*, *di*(dos), indica la presencia de dos hidrógenos. Todo lo anterior se traduciría en:



Si por algún motivo, el ejemplo anterior no consigue aclarar las dudas, se tratará uno más: trióxidonitrato de hidrógeno. El *trióxido* hace referencia a 3 oxígenos; *nitrato* a la presencia de nitrógeno y *de hidrógeno* a la presencia de 1 solo átomo de hidrógeno.

Por lo anterior, la fórmula podría ser escrita de la siguiente manera:



Ejercicios. Escribe el nombre o la fórmula según corresponda, haciendo uso de las reglas aprendidas.			
Fórmula	Nombre stock	Nombre sistemático	Revisión por un compañero
H ₂ SO ₃			
H ₄ SiO ₄			
HIO			
H ₂ CO ₃			
H ₃ AsO ₃			
H ₂ SeO ₄			
	ácido fosforoso		
	ácido telúrico		
	ácido peryódico		
		monóxidobromato de hidrógeno	

▪ Nomenclatura de sales

Las sales, al igual que los ácidos, se pueden dividir en dos subgrupos: oxisales y sales binarias, según sea su composición.

Sales binarias

Las sales binarias, al igual que los hidrácidos, no contienen oxígeno y pueden ser descritas mediante la siguiente fórmula.



Donde (*M*) representa cualquier metal o no metal con número de oxidación positivo. Aunque también existen los cationes mixtos, como el ion amonio; (*X*) puede ser cualquier anión que bien puede tratarse de un halógeno o cualquier

otro no metal (Cl^- , Se^{2-} , N^{3-}), incluso un anión mixto como el cianuro (CN^-). Por último, los subíndices (z , w) que indican la cantidad de cada uno de los elementos que componen la fórmula química del compuesto.

La nomenclatura de las sales binarias será manejada de dos diferentes maneras, siendo una la sistemática, la cual se considera más sencilla y aquella que se ha estado llamando IUPAC, en la que se especifica con número romano el número de oxidación del metal.

• Nomenclatura tradicional/stock

Es importante mencionar que los dos estilos de nomenclatura no deberán ser mezclados. Por lo anterior, es posible que un compuesto tenga más de un nombre. Para otorgar el nombre stock/tradicional a una serie de compuestos, se antepone la raíz del anión seguida de la terminación -uro (dicha terminación es invariante) y posteriormente el nombre del metal o catión no metálico. Si el metal presenta más de un número de oxidación, éste deberá especificarse entre paréntesis con un número romano. Por convención, resulta innecesario que sea especificado el número de oxidación si el metal sólo presenta uno.

La manera en que será construido el nombre obedecerá siempre la siguiente estructura:

$$\text{Raíz del anión} + \text{uro} + \text{de} + \text{nombre del catión} + (\#)$$

Donde (#) representa el número romano que corresponda al número de oxidación del metal o no metal que forme al catión.

Por ejemplo: NaCl , cloruro de sodio; CuS , sulfuro de cobre(II); Fe_2Se_3 , selenuro de hierro(III).

Se encuentra subrayada la terminación, la cual es invariante para las sales binarias sin importar la naturaleza del anión. Como se mencionaba anteriormente, dado que el sodio sólo presenta un número de oxidación, por convención no resulta necesario indicarlo. Aunque sí es necesario aprender a identificar los números de oxidación negativos de los no metales.

▪ **Construcción de la fórmula a partir del nombre**

Tal y como se dijo, la terminación -uro indica que se trata de una sal binaria, bastará con conocer el número de oxidación del elemento que forma el anión para que se pueda escribir la fórmula. El número de oxidación del metal se encuentra indicado por el número romano y, con base en el principio de electroneutralidad, la suma de los números de oxidación siempre deberá ser igual a cero.

▪ **Nomenclatura sistemática**

Es importante hacer hincapié en que los dos estilos de nomenclatura no deberán ser mezclados en ningún momento; por lo que un compuesto puede tener más de un nombre. Para otorgar el nombre sistemático a una sal binaria o compuesto binario, bastará con conocer los prefijos numéricos que se enunciaron en la primera parte de este libro y saber que todos los compuestos binarios terminan en -uro.

Dada la naturaleza de la construcción sistemática de los nombres de compuestos inorgánicos, resulta innecesario conocer los números de oxidación de los elementos involucrados, porque quizá resulte bastante más sencillo el empleo de la misma siempre y cuando se conozcan los prefijos numéricos adecuados.

Por lo anterior, la construcción se realizará de la siguiente manera:

(prefijo) Raíz del no metal + uro + de
+ (prefijo) nombre del metal o no metal

Por ejemplo:

- Fe_2S_3 trisulfuro de dihierro (ya que son tres (tri) azufres y dos (di) hierros)
- Ti_3N_4 tetranitruro de trititanio (ya que son cuatro (tetra) nitrógenos y tres (tri) titanios)
- SF_6 hexafluoruro de azufre

Como se aprecia en los ejemplos, se encuentra subrayada la terminación -uro, que para los compuestos binarios es invariante. También son subrayados los prefijos numéricos utilizados en cada caso. Es necesario recordar que, en la Química Inorgánica, las fórmulas son escritas comenzando con el catión (metal o no metal) y después el anión, pero los nombres se construyen leyendo la fórmula de derecha a izquierda, es decir, comenzando del anión y hacia el metal o no metal, escribiendo todos y cada uno de los prefijos numéricos.

Por convención, el prefijo “mono”, el cual indica que sólo hay un átomo de ese elemento, es obviado para el elemento del lado izquierdo, esto es, el catión, como es el caso del hexafluoruro de azufre (SF_6), en cuyo caso sólo el anión posee prefijo numérico, aunque también resulta correcto llamarlo *hexafluoruro de monoazufre*, siendo esta última una manera poco común.

• Construcción de la fórmula a partir del nombre

Dado que en el nombre del compuesto se encuentran explícitamente los prefijos numéricos de cada una de las especies presentes en la fórmula, bastará con reconocer la terminación -uro para las sales y compuestos binarios para la construcción de la fórmula.

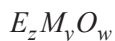
Por ejemplo: trifluoruro de cloro (tres flúors y un cloro), ClF_3 ; tetracloruro de carbono (cuatro cloros y un carbono), CCl_4 ; diarsenuro de tricalcio (dos arsénicos y tres calcios), Ca_3As_2 , etcétera.

Ejercicios. Escribe, según corresponda, el nombre o la fórmula de la sal correspondiente.			
Fórmula	Nombre stock	Nombre sistemático	Revisión por un compañero
IF ₇			
SiC			
TiN			
Ca ₃ P ₂			
FeS			
LaF ₃			
	cloruro de xenón(IV)		
	selenuro de cobre(I)		
	nitruro de plomo(II)		
		trisulfuro de diitrio	
		diarsenuro de trigalio	
		triyoduro de cobalto	

▪ Nomenclatura de oxisales

Las oxisales, al igual que los oxiácidos, contienen oxígeno y, a diferencia de las sales binarias o compuestos binarios, ya que no todos son sales, el número de oxidación del no metal que forma al anión es positivo.

Las oxisales bien pueden ser descritas con la siguiente fórmula general.



En donde (*E*) representa a un catión de cualquier naturaleza (metal, no metal o compuesto) y con cualquier número de oxidación (o carga total) positivo, (*M*) representa al no metal cuyo número de oxidación (siempre positivo) puede variar según sea el caso (existen oxisales en donde (*M*) es un metal de transición, los

cuales suelen formar oxianiones, como en el KMnO_4) y (*O*) representa al oxígeno. A su vez, los coeficientes (*z*, *y*, *w*) representan la cantidad de átomos de ese elemento presente en la fórmula química del compuesto.

Al igual que para los oxiácidos, existen diversas formas de nombrar estos compuestos. Nuevamente se hará uso de dos, la más común o stock, y la sistemática. Ambas nomenclaturas son similares a las presentadas para los oxiácidos.

- **Nomenclatura tradicional/stock**

Homólogamente a la técnica descrita para los oxiácidos, la cual resulta ser la más común y la que más se utiliza, la técnica que a continuación se trata es prácticamente igual, hasta cierto punto.

En la sección anterior se había dicho que existían combinaciones de prefijos y sufijos (ver **Tabla 4**) únicos para cada número de oxidación del metal o no metal que componga al anión del oxiácido. Por lo anterior, las reglas para la nomenclatura de los oxoaniones se mantienen, pero ahora, en virtud de que son sales, la terminación asociada al oxoanión cambia.

Tabla 4. Tabla auxiliar en la nomenclatura de oxisales. Aquellas casillas con el signo (–) representan que no existe tal prefijo. Por conveniencia se deja en blanco el espacio para colocar la raíz del no metal y así pueda ser usada de manera general.

Número de oxidación del metal o no metal	Prefijo	Raíz del metal o no metal	Terminación
1, 2	hipo-		-ito
3, 4	-		-ito
5, 6	-		-ato
7	per-		-ato

Y dado que el catión ya no es hidrógeno, la nomenclatura de oxisales podrá reducirse entonces a la siguiente fórmula general:

$$\text{prefijo (si aplica) + Raíz del no metal + terminación + de} \\ + \text{ nombre del catión + (#)}$$

Donde (#) representa el número de oxidación del metal o no metal que componga al catión y se escribe con números romanos. Como se ha mencionado, existen algunos casos en donde no resulta necesario especificar el número de oxidación del catión, esto sucede cuando se trata de un metal o un no metal que sólo posea un estado de oxidación, por lo que no existirá riesgo de ambigüedad. También, en el caso de que el catión tenga un nombre ya predeterminado, como el amonio (NH_4^+).

De la misma manera que en los oxiácidos, cuando se presente el caso en que el elemento que componga al oxoanión sólo posea dos números de oxidación, sin importar de cuales se trate, la terminación -ato será asignada a aquel compuesto en el que se encuentre el número de oxidación más alto de los dos y, paralelamente, la terminación -ito, al compuesto en que se presente el número de oxidación menor.

Al igual que para los oxiácidos tratados anteriormente, a continuación se presenta una serie de sales y sus nombres en función de la **Tabla 4**, en virtud de facilitar la comprensión de la misma.

Fórmula	Nombre	Número de oxidación
NaClO	<u>hipoclorito</u> de sodio	1+
NaClO_2	<u>clorito</u> de sodio	3+
NaClO_3	<u>clorato</u> de sodio	5+
NaClO_4	<u>perclorato</u> de sodio	7+

Se hace hincapié en el hecho de que siempre se cumplirá el principio de electroneutralidad, es decir, que la suma de los estados de oxidación de los elementos que conforman el compuesto siempre será cero, a no ser que en la fórmula

mínima se encuentre especificado que la especie es iónica. Estos casos se tratarán en los siguientes capítulos de este libro.

El clorato de potasio (KClO_3) se llama así por las siguientes razones: en primer lugar, se debe recordar que el número de oxidación del oxígeno (cuando esté como óxido) siempre será -2 y, revisando la tabla periódica, se advierte que para el potasio existe sólo un número de oxidación ($+1$) dado que es un metal alcalino. Habiendo identificado el número de oxidación o la carga del catión, se procede a hacer la suma para conocer el número de oxidación del metal o no metal que en este caso es el cloro.

Al existir 3 oxígenos, la suma de sus números de oxidación es -6 . El número de oxidación del sodio es $+1$, por lo que el cloro deberá tener un número de oxidación de $+5$ para que la suma sea cero y se cumpla el principio de electro-neutralidad.

Siendo que el elemento que conforma al anión es el cloro, su raíz será clor-. Revisando la **Tabla 4**, la terminación que corresponde a un número de oxidación de $+5$ es -ato, y no existe un prefijo para tal número. Siguiendo las reglas explicadas, el nombre del anión será clorato y dado que el potasio sólo presenta un número de oxidación, no resulta necesario que éste sea especificado. Por lo tanto, el compuesto se llama *clorato de potasio*.

Ahora bien, suponiendo que se presenta la siguiente fórmula empírica: FeSO_4 y se le debe otorgar un nombre, el procedimiento a seguir se describe a continuación. Revisando la tabla periódica se puede identificar que los números de oxidación del hierro son $+2$ y $+3$, por lo que será necesario que, al final del nombre, se especifique el número de oxidación del metal en virtud de que no exista confusión con aquella sal compuesta por el otro estado de oxidación del hierro.

Paralelamente, si se revisa la tabla periódica, los números de oxidación positivos más comunes para el azufre son $+4$ y $+6$. Se subraya la palabra positivos para recalcar que el número de oxidación del metal o no metal que componga al oxoanión siempre es positivo. A sabiendas que el número de oxidación del oxígeno para estos compuestos siempre es -2 , se puede proceder al balance de

electroneutralidad. Es decir, existe una y sólo una combinación de números de oxidación para los cuales la suma de los mismos será cero en la fórmula (FeSO_4).

Al existir 4 oxígenos, la suma de sus estados de oxidación será -8 . Por lo que en el supuesto de que el azufre tenga un número de oxidación de $+4$, la suma de los números de oxidación del oxígeno y del azufre sería -4 , es decir, el estado de oxidación del hierro debería ser forzosamente $+4$ para que el balance de electro-neutralidad se cumpla. Pero, el hierro no posee $+4$ como número de oxidación, por lo que la combinación con el azufre $+4$ es automáticamente descartada.

Entonces, únicamente queda un número de oxidación positivo posible para el azufre: $+6$. Por lo que la suma de los números de oxidación del oxígeno y azufre sería -2 . Esto quiere decir que el hierro debería tener un número de oxidación igual a $+2$ para que la suma sea cero. Y dado que el hierro sí posee dicho número, la combinación es la correcta.

La raíz del azufre es sulf- y cuando su número de oxidación es $+6$, la **Tabla 4** indica que no existe prefijo, pero le corresponde la terminación -ato. En virtud de lo anterior, el nombre del compuesto será sulfato de hierro(II). Es necesario especificar el número de oxidación del metal ya que posee dos diferentes, por lo que existirán dos diferentes sales con el mismo metal y el mismo anión.

• Construcción de la fórmula a partir del nombre

Las reglas para la construcción del oxoanión son las mismas que se revisaron en la sección de oxiácidos. Por lo que a continuación se repasarán de una manera breve.

No incluyendo a los halógenos, al nitrógeno y algunos metales de transición capaces de formar oxoaniones, la suma de los números de oxidación del oxígeno siempre deberá ser mayor (en valor absoluto) a 1 en comparación con el número de oxidación del átomo central, y no mayor a lo que pueda obtenerse con la primera combinación que supere la unidad. Habiendo repasado la regla anterior, se procederá con un ejemplo.

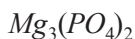
Supóngase que se pide construir la fórmula del siguiente compuesto: fosfato de magnesio.

Como en la sección de los oxiácidos se indica y revisando la **Tabla 4**, la terminación -ato hace referencia a los números de oxidación +5 y +6 para el átomo central, que para este caso, según la raíz fosf-, hace referencia al fósforo. Revisando la tabla periódica, se notará que el fósforo no posee un número de oxidación de +6, por lo que éste de inmediato es descartado y se asume la presencia de fósforo +5.

En el nombre se especifica que el magnesio es el metal que actúa como catión y, revisando la tabla periódica, se sabe que éste sólo posee un número de oxidación: +2. Por lo anterior, se procede a la construcción del anión fosfato.

Si se propusiera una fórmula en la que se encuentran presentes tres oxígenos, la suma de sus números de oxidación es (-6), apenas una unidad por encima del número de oxidación del fósforo (+5), violando la regla que dice que la suma de los números de oxidación del oxígeno deberá ser siempre superior a la unidad, en valor absoluto. Por lo anterior, si se propone la existencia de cuatro átomos de oxígeno, la suma será de (-8), tres unidades por encima del número de oxidación del fósforo y dado que la regla indica que la primera combinación que supere la unidad es la correcta, el oxoanión fosfato se escribirá de la siguiente manera: (PO_4^{3-}) .

El paso final consistirá en realizar el balance de cargas considerando que el número de oxidación del magnesio es (+2). Por lo tanto, cruzando las cargas y colocándolas como subíndices, la fórmula del fosfato de magnesio podrá ser escrita de la siguiente manera:



A continuación se analizará otro ejemplo: el caso en que debe ser construida la fórmula mínima del sulfato de cromo(III).

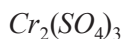
Analizando el nombre, es fácil notar que el número de oxidación del cromo en el compuesto es (+3), en virtud del número romano que lo acompaña. Por

otro lado, la raíz sulf-, nos permite identificar que el átomo central que forma al oxoanión es el azufre y la terminación -ato, según la **Tabla 4**, indica la presencia de los números de oxidación (+5 o +6).

Revisando la tabla periódica, es posible saber que el azufre no presenta el número de oxidación de +5, por lo que éste será automáticamente descartado y se asumirá la presencia de azufre (+6).

Se procederá entonces a la construcción del oxoanión. Recordando las reglas enunciadas, la primera combinación de oxígenos, cuya suma de números de oxidación supera la unidad en valor absoluto al número de oxidación del azufre, que es +6. Por lo que el anión sulfato se escribirá de la siguiente manera: (SO_4^{2-}) .

El paso final consiste en realizar el balance de cargas para garantizar el principio de electroneutralidad. Siguiendo el mismo paso descrito, en el cual se cruzan las cargas del catión y del anión, colocándose ahora como subíndices, la fórmula del sulfato de cromo(III) podrá ser escrita de la siguiente manera:



▪ Nomenclatura sistemática

Como se mencionó, en la sección de los oxiácidos, esta nomenclatura no requiere el aprendizaje de una tabla, tampoco requiere el cálculo del número de oxidación del metal o no metal o del catión, y basta con conocer los prefijos numéricos, sus reglas y las raíces de los elementos involucrados para construir el nombre.

Al mismo tiempo, no será necesario el conocimiento del número de oxidación del no metal o metal que conforme al oxoanión, ya que para un mismo grupo de sales compuestas por el mismo elemento con diferentes números de oxidación, el número de oxígenos cambia, por lo que si la nomenclatura es sistemática, el prefijo numérico también lo hará, quedando inexistente el riesgo de ambigüedad. Por lo que, de manera bastante general, la nomenclatura sistemática de las oxisales obedecerá la siguiente fórmula:

(prefijo) Óxido + Raíz del metal o no metal + ato
+ de (prefijo) Nombre del catión

Como en la sección de oxiácidos, se vuelve a hacer mención el hecho de que la terminación de **TODOS** los oxoaniones **SIEMPRE** será -ato.

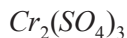
Utilizando las oxisales nombradas anteriormente con la técnica tradicional, sus nombres sistemáticos podrán escribirse de la siguiente manera:

Fórmula	Nombre	Número de oxidación del no metal
NaClO	<u>mon</u> óxido <u>clorato</u> de sodio	+1
NaClO ₂	<u>di</u> óxido <u>clorato</u> de sodio	+3
NaClO ₃	<u>tri</u> óxido <u>clorato</u> de sodio	+5
NaClO ₄	<u>tetra</u> óxido <u>clorato</u> de sodio	+7

Para el caso en que el catión es sólo uno, es posible obviar el prefijo “mono” aunque en caso de que fuera especificado dicho prefijo numérico, formalmente el nombre seguiría siendo correcto. Ejemplo: monóxidoclorato de monosodio.

Se subrayan los prefijos numéricos involucrados además de la terminación -ato, misma que permanece invariante, sin importar el número de oxidación del elemento que componga al oxoanión.

Supóngase la fórmula química del siguiente compuesto, revisado anteriormente:



Los prefijos numéricos que correspondan a todo aquel número que se encuentre fuera de un paréntesis deberán ser los del tipo 2: bis, tris, tetrakis, etc., esto es por convención para evitar el riesgo de ambigüedad al momento de la construcción del nombre. Por lo anterior, siempre deberán estar alternados los dos distintos tipos de prefijos.

En virtud de lo anterior, el nombre correcto de la sal será: tristetraóxidosulfato de dicromo. El prefijo tris- corresponde al número (3) que multiplica al anión sulfato y se encuentra fuera del paréntesis. Y el prefijo tetra- corresponde a los 4 oxígenos que conforman al oxoanión. Remarcando el hecho de que los prefijos deben estar alternados y aquel que corresponda al número que se encuentre fuera del paréntesis deberá ser el alternativo.

A continuación se enuncian algunos ejemplos:

- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bistetraóxidofosfato de tricalcio
- $\text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2$ bistetraóxidoarsenato de tricobre
- $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ tristrióxidocarbonato de dihierro
- $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$ bistetraóxidomanganato de calcio

• Construcción de la fórmula a partir del nombre

La construcción de la fórmula a partir del nombre sistemático resulta ser bastante eficiente e intuitiva, ya que en el nombre se encuentran implícitos todos los subíndices necesarios. Supón que se pide la construcción de la sal: tetraóxidocromato de disodio. Basta con analizar el nombre para conocer los prefijos numéricos. Dado que la terminación -ato es invariante en este tipo de nomenclatura, serán los prefijos y la raíz del elemento en cuestión los que aporten la información suficiente para la construcción.

La raíz crom- hace referencia al cromo, el prefijo tetra- a 4 unidades de oxígeno y el prefijo di- a dos unidades de sodio. Nuevamente, leyendo el nombre del compuesto de izquierda a derecha, pero escribiendo la fórmula en el sentido contrario, se llegará al siguiente compuesto:



Ejercicios. Completa la tabla escribiendo el nombre o fórmula según corresponda.			
Fórmula	Nombre tradicional/stock	Nombre sistemático	Revisión por un compañero
Na_2SO_4			
Ti_2SiO_4			
$\text{Cr}(\text{BrO}_2)_3$			
CaSeO_3			
$\text{Li}_3(\text{AsO}_4)$			
$\text{Mg}_3(\text{BiO}_4)_2$			
	nitrato de paladio(II)		
	estannato de calcio		
	periodato de estroncio		
		trioxidosulfato de dilitio	
		pentakistetraóxidosilicato de tetravanadio	
		bismono-óxobromato de cobre	
		tetraóxidocromato de dipotasio	

▪ **Nomenclatura de hidruros**

Los hidruros son sustancias que pueden ser descritas mediante la siguiente fórmula general:



Donde (*M*) representa a un metal, con cualquier número de oxidación positivo; (*H*) representa al hidrógeno que debe presentar número de oxidación -1, cuando

está frente a metales, y los coeficientes (y , z) representan el número de átomos de ese elemento presentes en la fórmula mínima. Existen algunos casos especiales de hidruros no metálicos que se analizarán más adelante.

La nomenclatura de hidruros sigue una lógica bastante similar a la de los óxidos: para cualquiera de las dos que se han estado utilizando, se debe anteponer la palabra hidruro seguida del nombre del metal y , cuando sea necesario, a éste le seguirá el número de oxidación encerrado entre paréntesis. Es decir, se usará el número de oxidación únicamente cuando el elemento presente más de uno.

Por otro lado, cuando se use la nomenclatura sistemática se deberá anteponer el correspondiente prefijo numérico a la palabra hidruro, seguida del nombre del catión. Será prácticamente innecesario el uso de un prefijo numérico para el catión, puesto que, sin importar su número de oxidación, sólo será el número de hidrógenos el que varíe. El nombre común de todos los hidruros formados a partir de elementos del bloque p , grupos 13, 14 y 15 (puesto que son los únicos no metales en formar hidruros), siempre termina en -ano.

Fórmula	Nombre stock	Nombre sistemático	Nombre común
LiH	hidruro de litio	monohidruro de litio	---
CaH ₂	hidruro de calcio	dihidruro de calcio	----
MgH ₂	hidruro de magnesio(II)	dihidruro de magnesio	----
GeH ₄	Hidruro de germanio(IV)	tetrahidruro de germanio	germano
SnH ₄	hidruro de estaño(IV)	tetrahidruro de estaño	estibano
PbH ₄	hidruro de plomo(IV)	tetrahidruro de plomo	plumbano

Para el plomo y el estaño, la raíz utilizada corresponde a la raíz latina del elemento. Por convención, la IUPAC sugiere el uso de la raíz latina de ciertos elementos con el fin de evitar ambigüedades y facilitar la pronunciación del mismo.

Existen algunos compuestos cuyo átomo central es no metal, pero como su fórmula general es igual a la de los hidruros, se llega a pensar que son éstos, cuando en realidad muchos no lo son. Los casos más frecuentes son: BH_3 , CH_4 , NH_3 , SiH_4 , PH_3 , AsH_3 . La dificultad en estos casos es identificar si son o no hidruros. Para ello, lo primero que se debe identificar son sus números de oxidación (ver **Tabla 5**). Por ejemplo, el boro es el único en presentar sólo un número de oxidación, que además es positivo, por lo que se puede decir que el BH_3 es un hidruro, su nombre sistemático sería *trihidruro de boro*, su nombre stock es *hidruro de boro(III)*, y su nombre común, el más utilizado, es *borano*.

Para el resto de las especies mencionadas, se puede observar que tienen un número de oxidación negativo, equivalente a un número de oxidación positivo. Por ejemplo, el nitrógeno, que presenta -3 y $+3$ de números de oxidación. De tal forma que es necesario fijarse en otro elemento, como lo es la electronegatividad. En este caso la electronegatividad del nitrógeno ($\chi=3.07$) es mucho mayor que la del hidrógeno ($\chi=2.2$), por lo que no es posible que el NH_3 sea un hidruro, sino se trata de un nitruro, cuyo nombre debería ser *nitruro de hidrógeno*. Sin embargo, se le conoce más por su nombre común: amoníaco.

Otros ejemplos interesantes son el fósforo y el arsénico, ambos elementos presentan números de oxidación de -3 , $+3$ y $+5$, así que hay que fijarse en la electronegatividad. Resulta que las electronegatividades de estos átomos son muy similares a la del carbono. Por ello, resulta muy difícil decidir si son o no hidruros; así que se debe analizar un tercer elemento, la configuración electrónica. Ésta da indicios sobre la estabilidad de la especie, tanto para el fósforo como para el arsénico, les da más estabilidad tener configuración electrónica np^6 que ns^2 , por ello es posible suponer que tanto la fosfina como la arsina no son hidruros.

Tabla 5. Números de oxidación, electronegatividad y configuraciones electrónicas para algunos hidruros.

Fórmula	Nombre	Número de oxidación	Electronegatividad	Configuración electrónica
BH ₃	borano	+3	2.01	[He] 2s ² 2p ¹
CH ₄	metano (carbano)	+4, +2, -4	2.5	[He] 2s ² 2p ²
SiH ₄	silano	+4, +2, -4	1.74	[Ne]3s ² 3p ²
NH ₃	amoníaco (azano)	-3, +3 +5	3.07	[He] 2s ² 2p ³
PH ₃	fosfano (fosfina)	-3, +3, +5	2.06	[Ne]3s ² 3p ³
AsH ₃	arsano (arsina)	-3, +3, +5	2.2	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³

• Construcción de la fórmula a partir del nombre

La construcción del nombre puede resultar intuitiva siempre y cuando se utilice la nomenclatura sistemática o la nomenclatura stock, ya que sólo resultará necesario recordar un par de números de oxidación y que el número de oxidación del hidrógeno en un hidruro es -1.

Para el caso de la nomenclatura sistemática, el prefijo numérico indica el número de átomos de hidrógeno. El número de átomos del metal, al menos para los hidruros vistos en el presente libro, siempre será uno. Por otro lado, cuando se trate de la nomenclatura stock, el número romano que señala el número de oxidación del metal indicará a su vez el número de átomos de hidrógeno presentes en la fórmula molecular.

Por lo tanto, considera los siguientes dos casos:

1. Construye la fórmula del tetrahidruro de germanio.

Es importante recordar que la lectura del nombre se realiza de izquierda a derecha, pero la construcción de la fórmula se hace en sentido contrario. Por lo anterior, al analizar el prefijo tetra-, hace referencia a 4, y la terminación -hidruro, con la cual indica de qué naturaleza es el compuesto, será necesario colocar cuatro hidrógenos en la fórmula molecular y anteponer al catión, que en este caso es el germanio:



2. Construye la fórmula del hidruro de arsénico(III).

Analizando el nombre del compuesto, el número de oxidación del arsénico, como se mencionó, indica los átomos de hidrógeno presentes en la fórmula molecular. En virtud de lo anterior, la fórmula puede ser escrita de la siguiente manera:



Independientemente del estilo de nomenclatura que se utilice, la **Tabla 6** muestra la forma de los hidruros más simples formados a partir de elementos del bloque p.

Tabla 6. Muestra la forma de algunos hidruros simples con elementos del bloque p. En gris se señalan aquellos para los cuales deberá ser utilizada la raíz latina del catión en caso de utilizar la nomenclatura tradicional (SnH₄, estannano; SbH₃, estibano; PbH₄, plumbano. Se subrayan las raíces).

13	IIIA	14	IVA	15	VA	16	VIA	17	VIIA
5	B BH ₃	6	C CH ₄	7	N NH ₃	8	O	9	F
13	Al AlH ₃	14	Si SiH ₄	15	P PH ₃	16	S	17	Cl
31	Ga GaH ₃	32	Ge GeH ₄	33	As AsH ₃	34	Se	35	Br
49	In InH ₃	50	Sn SnH ₄	51	Sb SbH ₃	52	Te	53	I
81	Tl TlH ₃	82	Pb PbH ₄	83	Bi BiH ₃	84	Po	85	At

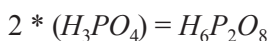
Ejercicios. Escribe el nombre o fórmula según sea el caso.			
Fórmula	Nombre stock/ tradicional	Nombre sistemático	Revisión por un compañero
AlH ₃			
GeH ₄			
TlH ₃			
SbH ₃			
	hidruro de berilio		
	hidruro de calcio		
	estannano		
		tetrahidruro de rutenio	
	fosfano o fosfina		

▪ Reglas para la formación de sales dobles y su nomenclatura

Los ácidos y sales dobles son sólo un caso más para la nomenclatura de la Química Inorgánica; a continuación, se explican las reglas para la formación de ácidos y sales dobles a partir del oxiácido u oxisal más simple.

De manera general, el nombre de cualquier oxiácido doble o de cualquier oxisal doble permanece prácticamente igual a su oxiácido u oxisal más simple, con la diferencia de que al dímero se le agrega el prefijo numérico correspondiente al átomo central del mismo. Es decir, el ácido doble del ácido sulfúrico será el ácido disulfúrico (antiguamente se usaba el prefijo piro en lugar de di). El del fosfato de calcio será el difosfato de calcio y, si fuera el caso en que se tuviera una sal triple, el prefijo que se agregaría entonces sería tri: trifosfato de calcio.

Supón el caso del ácido fosfórico a partir del cual se desea formar su oxiácido doble, es decir, el ácido difosfórico. El primer paso a seguir es la multiplicación de todos sus átomos por un factor de 2 o, en su defecto, si se deseara obtener el trímero o tetrámero, sería multiplicado por 3 o 4, respectivamente.

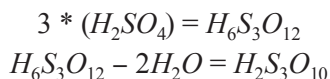


Una vez obtenida dicha especie multiplicada por el factor de 2, se deberán restar (n-1) moléculas de agua u átomos equivalentes. Para este caso en que se esté obteniendo un dímero (2), se deberá restar 1 molécula de agua (2-1=1) siguiendo la expresión anterior. Por lo tanto, se tendrá:



Por lo que $H_4P_2O_7$ será el ácido difosfórico.

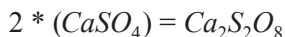
Suponiendo que se desea obtener el ácido trisulfúrico, el primer paso será multiplicar todos los átomos del ácido sulfúrico por 3 y a dicha especie, restarle (n-1) moléculas de agua u átomos equivalentes, es decir, 4 átomos de hidrógeno y 2 de oxígeno. Por lo tanto, se tendrá:



Por lo que $H_2S_3O_{10}$ será el ácido trisulfúrico.

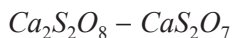
Las sales dobles obedecen al pie de la letra las reglas que se han descrito, con la diferencia de que una sal posee un metal o un no metal como catión en lugar del ion hidronio (H^+), por lo tanto, el paso multiplicativo permanece igual al de los oxiácidos, pero al momento de restar una o más moléculas de agua, se deberán restar entonces tantos cationes que equivalgan en carga al número de protones contenidos en las N moléculas de agua a restar. Por ejemplo, dos protones (H^+) equivalen en carga a dos iones sodio(I) (Na^+) o a un ion calcio(II) (Ca^{2+}).

Considera el caso en que se tiene la fórmula mínima del sulfato de calcio ($CaSO_4$) y se desea conocer la fórmula química del disulfato de calcio. Se comenzará por multiplicar por 2 la fórmula empírica del sulfato de calcio.



Dado que no es posible restar los átomos de una molécula de agua (H_2O), ya que no existen átomos de hidrógeno en la fórmula química con la que se está trabajando, se deberá buscar algún homólogo en carga que contenga el catión de esta sal, tal y como se mencionó. Es decir, (CaO) será la especie que deberá restarse al cumplir con el criterio de equivalencia.

Por lo tanto:

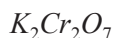


Y CaS_2O_7 será el disulfato de calcio.

▪ Nombre a partir de la fórmula

En esta sección sólo se hablará de la nomenclatura stock, dado que es la más común de encontrar para estas especies, mencionando únicamente como dato adicional que el nombre sistemático bien podrá ser escrito utilizando las reglas vistas anteriormente; leyendo la fórmula química de derecha a izquierda y escribiendo el nombre en la forma en que se lee, mencionando todos los prefijos numéricos y, sobre todo, especificando con número romano y entre paréntesis el número de oxidación del metal o no metal central del anión.

Para obtener el nombre del compuesto a partir de una sal doble, triple, etc., se debe saber cuál es la sal más simple que lo conforma, es decir, se deberá descomponer la sal múltiple y, una vez conocida la sal más simple, al nombre de ésta deberá ser agregado el prefijo numérico correspondiente a la cantidad de átomos centrales que presenta (di, tri, tetra, etc.). Por lo tanto, será preciso mencionar que se deberá seguir el procedimiento antes descrito, pero en orden inverso. Supón el siguiente caso, en el que se desea obtener el nombre de la siguiente fórmula mínima.



Lo primero que se debe notar al analizar la fórmula química es que existen dos átomos centrales (Cr), por lo que se trata de una sal doble. Otrora se habrían sumado (n-1) moléculas de agua, en este caso, se debe sumar (n-1) moléculas de agua o su equivalente; por lo tanto, el primer paso será sumarle a dicha fórmula química el equivalente a una molécula de agua tal y como se ha realizado en los ejemplos anteriores. Dado que se está trabajando con una sal, el equivalente será (K_2O).

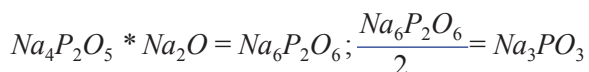


Finalmente, todos los átomos en la especie resultante deberán ser divididos entre 2, ya que es el coeficiente adyacente al átomo central, obteniéndose así:



Dicha sal, en virtud de las reglas tratadas durante el presente libro, se llama *cromato de potasio* (en este caso el cromo presenta número de oxidación de +6), por lo que su dímero será el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) o lo que en la nomenclatura sistemática equivaldría a heptaóxidodicromato de dipotasio.

Supóngase ahora el caso de la siguiente sal: $Na_4P_2O_5$. En virtud de las reglas descritas, el procedimiento para obtener la sal más simple será el siguiente:



Dado que el nombre de la sal más simple obtenida (Na_3PO_3) es fosfito de sodio (aquí el fósforo trabajó con número de oxidación +3), la sal doble se llamará *difosfito de sodio*.

Ejercicios. Escribe el nombre o fórmula según sea el caso.		
Fórmula	Nombre	Revisión por un compañero
H_6SiO_7		
$Ca_2P_2O_5$		
$K_2S_3O_{10}$		
$Li_2Se_3O_{10}$		
$H_2S_3O_7$		
$K_2Cr_3O_{10}$		
	difosfato de potasio	
	trisulfato de sodio	
	diarsenato de litio	
	ácido difosforoso	
	ácido diarsénico	
	pentaborato de sodio	

- **Nomenclatura de sustitución (sales con más de un catión, sales ácidas, compuestos tio, etc.)**

Sales con más de un catión

Para la nomenclatura de este tipo de sales se usarán las mismas reglas utilizadas para sales de un solo catión. Es decir, para nombrar una sal con más de un catión, el nombre del anión permanece invariante, siendo que la única diferencia radicará en que se mencionarán ambos cationes ordenados alfabéticamente y, de ser necesario, se especificarán sus números de oxidación entre paréntesis cuando se trate de una nomenclatura stock. Si se trata de una nomenclatura sistemática, el número de oxidación del no metal que compone al anión siempre deberá ser especificado, recordando que la fórmula química se lee de izquierda a derecha y su nombre se escribirá de derecha a izquierda. A continuación se muestran algunos ejemplos:

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre stock
KNaSO_4	tetraóxidosulfato(VI) de potasio y sodio	sulfato de potasio y sodio
LiAlH_4	tetrahidruro de aluminio y litio	hidruro de aluminio y litio
$\text{LiNa}(\text{NO}_3)_2$	bistrióxidonitrato(V) de litio y sodio	nitrato de litio y sodio
CuNaCO_3	trióxidocarbonato(IV) de cobre(I) y sodio	carbonato de cobre(I) y sodio
$\text{CuPb}(\text{SO}_4)_2$	bistetraóxidosulfato(VI) de cobre(II) y plomo(II)	sulfato de cobre(II) y plomo (II)

Es preciso mencionar que para la nomenclatura sistemática no se especificaba el número de oxidación del metal (cuando éste posee más de dos), quedando obviado por la combinación de prefijos numéricos. Para el caso de sales dobles sí resulta necesario hacerlo, al existir riesgo de ambigüedad.

Existen casos para los cuales es posible encontrar tres cationes, siendo que dos son iguales y el tercero es diferente. Para dichos casos, bastará con especificar

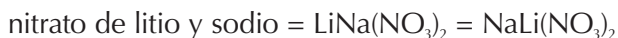
el prefijo numérico que corresponde al subíndice de cualquier catión mayor a 2. La nomenclatura sistemática continuará utilizando las reglas revisadas. A continuación se muestran algunos ejemplos:

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre stock
Na_2LiPO_4	tetraóxidofosfato(V) de litio y disodio	Fosfato de litio y disodio
NaLi_2PO_4	tetraóxidofosfato(V) de dilitio y sodio	Fosfato de dilitio y sodio
$\text{Cu}_2\text{Pb}(\text{PO}_3)_2$	bistrióxidofosfato(III) de dicobre(II) y plomo(II)	Fosfato de dicobre(II) y plomo(II)

Construcción de la fórmula a partir del nombre

La construcción de la fórmula a partir del nombre, además de atender a todas las reglas vistas en el presente libro, no obedece a ninguna otra en especial; es decir, el orden de los cationes en la fórmula empírica suele ser indistinto, salvo algunas excepciones, como el hidruro de litio y aluminio (LiAlH_4), para el cual es muy común que se encuentre de la manera en que se especifica en el paréntesis.

Por lo tanto:



Sales ácidas

Tanto sales binarias como oxisales son capaces de formar este tipo especial de compuestos en el que al menos uno de los cationes es un protón (H^+), formando alguna de las posibles múltiples bases conjugadas de dicho anión. De manera general, las reglas de nomenclatura vistas anteriormente aplican con algunas precisiones que a continuación se mencionan.

Nomenclatura stock

La nomenclatura stock obedecerá la siguiente fórmula general:

$$\text{Nombre del anión} + (\text{prefijo}) + \text{ácido} + \text{nombre del catión} + (\#)$$

Donde (#) representa el número de oxidación de un catión metálico o no metálico escrito con números romanos sí y solo sí posee dos o más números de oxidación.

1. Si el anión posee tres o más cargas negativas, tendrá n-1 sales ácidas y el número de sustituciones ácidas (H^+) deberá ser especificado con el correspondiente prefijo numérico.
2. Si el anión posee sólo dos cargas negativas, es decir, únicamente existe una sal ácida, no deberá colocarse prefijo numérico.

Algunos ejemplos son:

- **NaHSO_4**

Sulfato ácido de sodio. En este caso, el anión sulfato (SO_4^{2-}) posee dos cargas negativas (2-) y, de manera general, cualquier anión poseerá n-1 sales ácidas, donde n es su carga formal. Para este caso, el anión sulfato tendrá 2-1=1 sal ácida, por lo que no resulta necesaria la inclusión de un prefijo numérico al no existir riesgo de ambigüedad.

- **NaH_2PO_4**

Fosfato diácido de sodio. En este caso, el anión fosfato (PO_4^{3-}) posee tres cargas negativas (3-), por lo que tendrá 3-1=2 sales ácidas diferentes, y resultará necesaria la especificación del prefijo numérico que corresponde al número de protones (H^+) presentes en la fórmula mínima, lo anterior en virtud de que existe riesgo de ambigüedad.

- **Na₂HPO₄**

Fosfato monoácido de sodio. Ésta resulta ser una sal diferente al NaH₂PO₄. Es por ello que para este caso, y para todos en los que el anión posea tres o más cargas negativas, deberá especificarse el prefijo numérico.

- **CuHS**

Sulfuro ácido de cobre(I). Esta sal es parecida al NaHSO₄, en el sentido de que el anión posee dos cargas negativas, de las cuales una es usada por el cobre (I) y la otra por el protón.

Construcción de la fórmula a partir del nombre

Dado que la nomenclatura terminal stock de los aniones y del catión no se ven afectadas por la sustitución ácida (H⁺), salvo por la posible existencia de algún prefijo numérico que denote el número de protones y la palabra “ácido”, bastará entonces con que se observe cuidadosamente el nombre y la especie (H⁺) sea colocada adyacente al anión. Existen casos en los que el catión posee más carga que el anión ácido, será entonces cuando el anión junto con el sustituyente (H⁺) deberá colocarse completamente entre paréntesis (especie que se está denominando como “anión ácido”) seguida del subíndice que corresponda. Se enlistan algunos ejemplos.

Supón el caso en que se desea construir la fórmula mínima del sulfato ácido de cobre(II).

De acuerdo con lo que se ha revisado, el anión sulfato resulta ser (SO₄²⁻), por lo tanto, el anión sulfato ácido será (HSO₄⁻). En el nombre se especifica que el número de oxidación del cobre es (+II), por lo que, en virtud de completar el balance de electroneutralidad, la fórmula química deberá ser escrita como: Cu(HSO₄)₂, notando inmediatamente que, para fines de la construcción, el/los sustituyente/s ácido/s (H⁺) siempre es/son adyacente/s al anión.

Supón el caso en que se desea construir la fórmula química del fosfito monoácido de níquel(III).

El anión fosfito es (PO_3^{3-}), por lo que el anión fosfito monoácido será: (HPO_3^{2-}) y, dado que en el nombre se menciona que el número de oxidación del níquel es (+3), en virtud de completar el balance de electroneutralidad, la fórmula deberá ser escrita de la siguiente manera: $\text{Ni}_2(\text{HPO}_3)_3$.

Nomenclatura sistemática

La nomenclatura sistemática obedece las reglas anteriormente revisadas, con la diferencia de que la especie (H^+) será nombrada *hidrógeno* y bien podrá ser descrito con la siguiente fórmula general:

$$(\text{prefijo1}) * \text{hidrógeno} * \text{nombre sistemático del anión} + (\text{prefijo2}) \\ + \text{nombre del catión}$$

Retomando los ejemplos tratados con nomenclatura stock:

- NaHSO_4 hidrógeno tetraóxidosulfato(VI) de sodio
- NaH_2PO_4 dihidrógeno tetraóxidofosfato(V) de sodio
- Na_2HPO_4 monohidrógeno tetraóxidofosfato(V) de disodio

En el último ejemplo se retoma la idea de que cuando los aniones posean 3 o más cargas negativas, el prefijo numérico que corresponda al sustituyente (H^+) deberá ser especificado.

Construcción de la fórmula a partir del nombre

Como se ha venido tratando para la nomenclatura sistemática, la construcción de la fórmula a partir del nombre resulta ser bastante más intuitiva que para la nomenclatura stock. En virtud de todo lo que se ha mencionado, bastará entonces con señalar que para un nombre sistemático leído de izquierda a derecha, la

fórmula mínima deberá ser escrita en sentido contrario y si un prefijo numérico no es mencionado, deberá sobreentenderse que corresponde a uno.

- Dihidrógeno trióxidoarsenato(III) de sodio: NaH_2AsO_3
- Monohidrógeno tetraóxidosilicato(VI) de tripotasio: K_3HSiO_4
- Bisdihidrógeno tetraóxidofosfato(V) de calcio: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

Compuestos tio

Para fines de este libro, se han denominado como *compuestos tio* a todas aquellas sales para las cuales al menos un átomo de oxígeno ha sido sustituido por un átomo de azufre, ambos con el mismo número de oxidación, por lo que la carga del anión permanecerá invariante.

Para fines prácticos, únicamente se procederá a explicar la nomenclatura stock, ya que es la manera común en la que el nombre de dichos compuestos se presenta. De manera general, la terminación del anión resultará invariante a como fue revisada en la sección de oxisales, con la modificación de que, cuando se sustituya un átomo de oxígeno por un átomo de azufre se deberá agregar el prefijo ti seguido del nombre de la oxisal como si no tuviera ninguna modificación. En caso de que sean sustituidos **dos** o más oxígenos, se deberá agregar el prefijo numérico correspondiente. Por lo anterior, el nombre de dichos compuestos podrá ser descrito mediante la siguiente fórmula general.

(prefijo) + tio + nombre de la oxisal como si no tuviera ninguna modificación

Por todo lo anterior, a continuación se presentan algunos ejemplos:

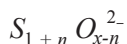
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ Tiosulfato de sodio; proviene del Na_2SO_4
- K_3PO_3 Tiofosfato de potasio; proviene del K_3PO_4
- $\text{NH}_4\text{ClO}_2\text{S}_2$ Ditioperclorato de amonio; proviene del NH_4ClO_4
- $\text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_2$ Tiosulfito de litio; proviene del Li_2SO_3

Como estrategia, se sugiere resustituir los azufres “tio” por oxígenos, de modo que puedas ver cuál es la oxisal de la que provienen y, por lo tanto, su nombre; tal y como se mostró en los ejemplos.

Construcción de la fórmula a partir del nombre

En virtud de todas las reglas expuestas en la sección de oxisales y las enunciadas en éste, bastará con mencionar que se debe analizar el nombre de la sal y el prefijo numérico que acompaña al prefijo tio, de modo que se conozca efectivamente el número de átomos azufre que deberá poseer la fórmula empírica.

Además, únicamente para el caso de las oxisales de azufre (SO_x^{2-}), los azufres “tio” serán sumados al átomo de azufre existente en el anión de la siguiente manera:



Donde (n) representa el número átomos oxígeno (-2) sustituidos por átomos azufre (-2).

Para aquellas oxisales con diferente átomo central al azufre, el o los azufre(s) “tio” deberá(n) ser agregado(s) después del oxígeno en la fórmula empírica. Es importante señalar que el azufre “tio” pertenece al anión, por lo que de ser necesario, el conjunto completo deberá ser encerrado entre paréntesis o entre algún signo de agrupación especial, si fuera el caso.

Como estrategia se recomienda escribir la fórmula empírica de la sal, omitiendo la parte “tio”, de modo que se pueda conocer cuál es la fórmula de la sal previa a las sustituciones y, a partir de ella, construir la “tio” sal.

Supóngase que se desea construir la fórmula empírica del ditiofosfato de litio. El prefijo ditio hace referencia a que dos átomos oxígeno han sido sustituidos por dos átomos azufre de la oxisal original. Por todas las reglas vistas anteriormente, y siguiendo la estrategia planteada, la fórmula empírica del fosfato de litio será Li_3PO_4 y, sustituyendo dos oxígenos por dos azufres, el ditiodifosfato de litio será $\text{Li}_3\text{PO}_2\text{S}_2$.

▪ Otros sustituyentes

Existen muchas otras especies que pueden sustituir oxígenos de una oxisal sin afectar la carga formal de la misma y, al igual que para los compuestos “tio”, el prefijo que deberá ser agregado al nombre de la oxisal original será único para cada tipo de sustituyente, no omitiendo que para casos en que dos o más oxígenos sean sustituidos, deberá agregarse el prefijo numérico correspondiente. Por lo anterior, la nomenclatura de oxisales con cualquier sustituyente obedecerá la siguiente fórmula general:

(num) + (pref) + nombre de la oxisal como si no tuviera ninguna modificación

Donde *(num)* representa el prefijo numérico y *(pref)* al prefijo dado por el sustituyente.

Al igual que en la sección anterior, los sustituyentes deberán ser colocados al final de la fórmula, recordando que los sustituyentes le pertenecen al anión. Es importante aclarar que cuando se sustituye a un oxígeno, los átomos que entran deben aportar el mismo número de oxidación negativo (o carga) que el oxígeno, que en este caso es (-2). Si el átomo que entra sólo aporta una carga negativa, entonces se deben incluir dos de estos átomos.

Algunos sustituyentes más comunes y sus prefijos son:

O_2^{2-} → O_2^{2-} (peroxo)

O_2^{2-} → $2F^-$ (difluoro)

O_2^{2-} → $2Cl^-$ (dicloro)

O_2^{2-} → $2Br^-$ (dibromo)

O_2^{2-} → $2I^-$ (diyodo)

O_2^{2-} → $F^- + Cl^-$ (clorofluoro) o cualquier otra combinación que mantenga el balance de electroneutralidad.

- Será preciso mencionar que pueden existir combinaciones de diferentes sustituyentes en la misma oxisal. Para nombrarlos, los sustituyentes deberán ser ordenados alfabéticamente.

- Existen oxisales que combinan todos los sustituyentes descritos anteriormente, por lo que el nombre de una oxisal tan sustituida obedecerá todas las reglas anteriores.

Para la construcción de oxisales sustituidas a partir del nombre, también se recomienda que se parta de la oxisal sin modificar. El orden de los sustituyentes en la fórmula mínima es indiferente, aunque resulta más elegante cuando se ordenan de forma alfabética.

Algunos ejemplos de lo que se menciona son:

- **NaNO₄**

Peroxonitrato de sodio; proviene del NaNO₃. Dado que se está sustituyendo un O²⁻ por un O₂²⁻, como era el caso para los compuestos tio de oxisales de azufre, los subíndices de los oxígenos deberán ser sumados.

- **K₂SO₃F₂**

Difluorosulfato de potasio; proviene del K₂SO₄.

- **Cu₃(PO₂FClBr₂)₂**

Dibromoclorofluorofosfato de cobre(II); proviene del Cu₃(PO₄)₂. Tal y como se mencionaba, los sustituyentes le pertenecen al anión, por tanto, deberán ser multiplicados con él.

- **H₂SO₅**

Ácido peroxosulfúrico; proviene del H₂SO₄.

- **KHSeO₂BrClF₂**

Bromoclorodifluoroselenato ácido de potasio; proviene del KHSeO₄, que proviene del K₂SeO₄. Nótese que la palabra “ácido” siempre se agrega como terminación del nombre del anión de la oxisal.

▪ Casos especiales

Serán denominadas así todas aquellas especies que no siguen las reglas de nomenclatura descritas por una o varias razones; de manera general, se trata de especies que siguen las reglas de la nomenclatura de la Química Orgánica o, en su defecto, continúan utilizando una nomenclatura arcaica, o por muchas otras razones.

Por lo anterior, para fines de este libro, se ha optado por enlistar algunos ejemplos de aquellas especies, aniónicas o catiónicas, que se consideran más comunes y con los que el estudiante de Química bien podría encontrarse a lo largo de su formación profesional.

Especies catiónicas

NH_4^+	Amonio	SO^{2+}	Sulfinilo o Tionilo
PH_4^+	Fosfonio	SO_2^{2+}	Sulfonilo o Sulfurilo
AsH_4^+	Arsonio	CO^{2+}	Carbonilo (no confundir con CO (Carbonil), especie que actúa como ligante neutro).
SbH_4^+	Stibonio	CS^{2+}	Tiocarbonilo/Tiocarbonil*
H_3O^+	Oxonio	PO^{3+}	Fosforilo/Fosforil
H_3S^+	Sulfonio	PS^{3+}	Tiofosforilo/Tiofosforil*
H_3Se^+	Selenonio	$\text{S}_2\text{O}_5^{2+}$	Disulfurilo/Disulfuril*
H_2F^+	Fluoronio	SeO^{2+}	Seleninilo/Seleninil*
H_2Cl^+	Cloronio	SeO_2^{2+}	Selenonilo/Selenonil*
H_2Br^+	Bromonio	ClO^+	Clorosilo/Clorosil*
H_2I^+	Yodonio	ClO^+	Clorilo/Cloril*
NO^+	Nitrosilo/Nitrosil*	ClO_3^+	Percloril/Perclorilo*
NO_2^+	Nitroilo/Nitroil*		(similar para los demás halógenos: (núm)+raíz del halógeno+ilo/il*).
UO_2^+	Uranilo(IV)/Uranil(IV)*	CrO_2^{2+}	Cromilo*
UO_2^{2+}	Uranilo(VI)/Uranil(VI)*		
NpO_2^{2+}	Neptunilo/Neptunil*		

(similar para los demás actínidos: raíz del actínido + ilo/il).

*Nombre como ligante.

Especies aniónicas

NH_2^-	Amiduro	NH^{2-}	Imiduro
CN^-	Cianuro	NHOH^-	Hidroxiamiduro
NC^-	Isocianuro	N_2H_3^-	Hidrazida
OCN^-	Cianato	N_3^-	Aziduro
NCO^-	Isocianato	O_2^{2-}	Peroxóxido/Peroxo*
ONC^-	Fulminato	O_2^-	Superóxido/Superoxo*
SCN^-	Tiocianato	O_3^-	Ozónido
CNS^-	Isotiocianato	C_2^{2-}	Acetiluro

*Nombre como ligante.

A continuación se enlistan algunas especies neutras para las cuales se usan sus nombres arcaicos o comunes.

$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	Etilendiamina
$(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}$	Trifenilfosfina
N_2H_4	Hidrazina

• Nomenclatura de compuestos de coordinación

Existe una razón por la cual los compuestos de coordinación son mencionados en el presente libro hasta este punto: es imprescindible conocer las reglas para el uso de signos de agrupación, los prefijos numéricos tradicionales y los alternativos (prefijos griegos), también es necesario ser capaz de determinar números de oxidación o saber identificarlos eficientemente y, sobre todo, comprender los dos tipos de nomenclatura revisados: sistemática y stock. De igual forma, es importante conocer las raíces latinas de los elementos. Lo anterior se debe a que en los compuestos de coordinación (únicamente), ambas nomenclaturas se “mezclan” hasta cierto punto. Esto porque los ligantes son nombrados utilizando prefijos numéricos y los aniones y cationes emplean los números romanos entre paréntesis. Es una nomenclatura conocida como de “adición” que busca facilitar en gran medida la nomenclatura de estos compuestos, que bien puede ser bastante extensa.

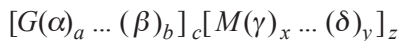
Se empezará por mencionar al menos unos cuantos ligantes y sus nombres para poder trabajar, si es posible comprender la nomenclatura con un par de éstos, el resto es posible extrapolarlo (una lista con más ligantes, sus cargas, así como sus nombres se encuentra en la **Tabla 7**, aunque existen muchos más de los que se mencionan). En español, se suele diferenciar cuando un ion negativo se encuentra dentro de la esfera de coordinación (enlazado directamente al átomo central) o fuera de ésta. La forma de hacerlo es cambiando la terminación; cuando el anión se encuentra dentro de la esfera de coordinación, la terminación es -o; cuando se encuentra fuera, la terminación es -uro. Sin embargo, el libro rojo de la IUPAC (cuyo idioma es inglés), se cambia la terminación de -ide (-uro, en español) por -ido, y se ha traducido como -o, que es la que ha prevalecido en español (ver **Tabla 7**).

Tabla 7. Nombres de algunos ligantes.

Ligante	Nombre
CN^-	Ciano
Cl^-	Cloro
Br^-	Bromo
CO	Carbonil
H_2O	Acua
NH_3	Amino

Quizá algunas de estas especies ya hayan sido vistas en secciones anteriores del libro y hayan sido nombradas de cierta manera. Por lo anterior, es necesario recalcar que para ninguna nomenclatura es posible tener dos terminaciones en la misma molécula. Es decir, para el caso del (CN^-) , si se tratase de una sal binaria su nombre sería *cianuro*, pero para términos de la nomenclatura de compuestos de coordinación, la terminación de la molécula se encuentra dada por el átomo “central”, que bien puede ser un metal o un no metal. Es por esto que las terminaciones de estas especies es modificada, con el fin de evitar ambigüedad, aunque existen un par de excepciones que poco a poco se irán mencionando.

Para facilitar el aprendizaje, se estudiará primero a los compuestos de coordinación eléctricamente neutros, los cuales pueden ser descritos con la siguiente fórmula general:



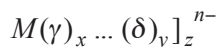
Donde (G) y (M) representan a cualquier metal o no metal central cuyos números de oxidación pueden ser positivos, negativos o neutros, haciendo la aclaración de que hay casos en los que los átomos (G) y (M) son los mismos.

Las letras griegas (α , β , γ y δ) representan a cualquier ligante. Las letras minúsculas que fungen de subíndice (a , b , c , x , y , z) son los coeficientes que multiplican a cada una de las especies que tienen a su izquierda y cada uno se encuentra relacionado con un prefijo numérico, tal y como se ha hecho desde las primeras partes del libro. Cabe aclarar que a los coeficientes representados por las letras (c , z) les corresponderá siempre un prefijo alternativo tipo 2 o tipo 3. Es decir, cualquier subíndice fuera de un corchete, siempre se relaciona con prefijos alternativos. Dado que se está describiendo una fórmula general, los puntos suspensivos (...) indican que tanto el catión como el anión pueden tener uno o más ligantes en cualquier proporción.

Como ya se ha estudiado, muchas de las fórmulas químicas de los compuestos en la Química Inorgánica pueden separarse en anión (-) y catión (+). Resulta necesario aclarar, con el fin de facilitar aún más la nomenclatura de dichos compuestos, que tanto el catión de un compuesto de coordinación, como el anión, pueden o no ser complejos en virtud de tener o no ligantes a su alrededor. Es decir, de la fórmula general, la parte catiónica sería:



Y la parte aniónica sería:



Donde (n) con su respectivo signo, indica la carga de dichas especies.

Ahora bien, habiendo descrito todo lo anterior, será posible continuar con esta peculiar nomenclatura que, aunque parece complicada, resulta ser bastante intuitiva.

Para ello, será necesario repasar algunos aspectos importantes:

1. En las fórmulas, primero se escribe el catión, después el anión y se leen de derecha a izquierda.
2. El nombre de los ligantes deberá ser ordenado alfabéticamente sin tomar en cuenta el prefijo numérico que posean y NO deberán ser separados por espacios.
3. En virtud del estilo de nomenclatura que aquí se describe (aceptado por la IUPAC), la terminación de **TODOS** los aniones siempre será ato y entre paréntesis **SIEMPRE** se colocará el número de oxidación, escrito con números romanos, del átomo central del anión, el cual puede ser metal o no metal, incluso cuando tenga sólo un número de oxidación.
4. En algunos casos y sólo para el anión, se debe usar la raíz latina del átomo central.
5. El átomo central que conforme al catión no poseerá ninguna terminación en especial, salvo su nombre común.
6. En caso de que el átomo central posea más de un número de oxidación, éste deberá ser especificado entre paréntesis con número romano.
7. En caso de que el nombre de un ligante no pueda ser cambiado, por ejemplo tiosulfato ($S_2O_3^{2-}$), seguido de su prefijo numérico, deberá ser colocado su nombre entre paréntesis. Por ejemplo: bis(tiosulfato)argentato(I)...

Es posible generalizar la forma de los nombres de un compuesto de coordinación, pero, en virtud de todas las reglas anteriormente expuestas, será preferible no hacerlo con el fin de evitar confusiones; existen demasiadas combinaciones posibles y una fórmula general sería demasiado complicada.

Supón el siguiente compuesto de coordinación: $K_3[Fe(CN)_6]$ con el cual se procederá a realizar un análisis utilizando las reglas anteriores.

Éste es un caso en el que únicamente el anión es complejo y el catión no lo es. Por lo general, anión y catión se encuentran separados por los corchetes y, dado que los aniones siempre se escriben a la derecha del catión, en este caso es fácil identificarlo: $[Fe(CN)_6]^{3-}$

Los paréntesis cuadrados indican que la especie ciano (CN^-) se encuentra dentro de la esfera de coordinación. Además, para construir el nombre a partir de la fórmula se debe leer esta última de derecha a izquierda. Por tanto, se observa que en el anión se encuentran seis especies “ciano” (CN^-), cada una con carga igual a (-1). Es decir, la suma de las cargas de todas esas especies será -6. Como el anión en su conjunto tiene carga -3, entonces se puede deducir que el hierro presenta un número de oxidación de (+3). Por lo que el nombre del complejo puede ser escrito de la siguiente manera:

hexacianoferrato(III) de potasio

Donde el prefijo hexa (subrayado) denota el número de ligantes CN^- presentes; la terminación -ato (subrayada y en itálica) **SIEMPRE** se utiliza. Se hace hincapié, (aunque a estas alturas sea más que repetitivo), que la fórmula se lee y su nombre se escribe de derecha a izquierda.

Un segundo caso para analizar es en el que tanto catión como anión son complejos y, esta vez, los átomos centrales son comunes: $[Pt(NH_3)_4][Pt(Cl)_4]$. Con base en lo que se mencionaba anteriormente, anión y catión se encuentran separados por los corchetes, por lo tanto: $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$ sería la parte catiónica y $[Pt(Cl)_4]^{2-}$ la aniónica.

Leyendo las fórmulas mínimas de derecha a izquierda se encontrará primero con 4 ligantes “cloro” (Cl^-) y un átomo de platino en la parte aniónica. En la catiónica con 4 ligantes neutros “amino o amín” (NH_3) y un átomo de platino. Existe la posibilidad de que el número de oxidación de ambos metales sea el mismo, aunque también puede no serlo.

Analizando la tabla periódica, se observa que el átomo de platino posee dos números de oxidación más comunes +4 y +2. En este caso, si se analiza cada ion por separado es posible obtener dos ecuaciones:

Para el anión, cuya carga es -2, se tienen cuatro ligantes cloro con carga 1-. Es decir, el número de oxidación del platino será (+2). Como se muestra en la siguiente ecuación:



Para el catión, la carga debe ser +2, sabiendo que el ligante no aporta ninguna carga, entonces se dice que el número de oxidación del platino en esta especie es (+2). Como se muestra en la siguiente ecuación:



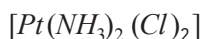
Dado que los números de oxidación de ambos átomos centrales (en este caso el platino) son iguales, el nombre del compuesto será escrito de la siguiente manera:

Tetracloroplatinato(II) de tetraaminoplatino(II)

Donde los prefijos numéricos se encuentran subrayados y la terminación -ato sólo es aplicable para el metal presente en el anión. El metal contenido en el catión no presenta ninguna terminación especial, salvo su número de oxidación con número romano entre paréntesis.

▪ Casos especiales de la nomenclatura básica de la Química de coordinación

Existen casos en los que el compuesto de coordinación no posee ni un anión ni un catión, tampoco es un ion y su fórmula se reduce a aquello contenido en un solo corchete, como es el caso del:



Para este tipo de casos, las reglas descritas son aplicables con una sola excepción: el átomo central NO deberá tener terminación alguna, únicamente se escribirá su nombre y en seguida su número de oxidación con número romano. Por lo anterior, el nombre de este compuesto será: diaminodicloroplatino(II).

El nombre de sus ligantes está ordenado alfabéticamente, se incluyen sus respectivos prefijos numéricos y se cumple el criterio de electroneutralidad.

Como se mencionó, existen otros en los que el nombre de uno de los ligantes es irreducible o no se posee alguna equivalencia para la química de coordinación: tiosulfato ($S_2O_3^{2-}$), cianato (CNO^-), tiocianato (SCN^-), isotiocianato (NCS^-), hidruro (H^-), entre otros (se enlistan los más comunes). Para este efecto el nombre de dicho anión deberá ser colocado entre paréntesis después de su correspondiente prefijo numérico alternativo (si posee). Por ejemplo:



Cuyo nombre sería: hexakis(tiocianato)cobaltato(III) de **tris**diaminoplatina(I) o hexakis(tiocianato)cobaltato(III) de diaminoplatina(I) –éste último es el nombre común–. Donde el prefijo numérico del anión tiocianato (SCN^-) es cambiado por el alternativo (hexakis) y el prefijo (tris) en el catión es el alternativo por enunciar un número que se encuentra fuera de un corchete.

En la mayoría de los casos comunes, algún prefijo numérico que corresponde a un número que se encuentra fuera de un corchete o que multiplica totalmente a un catión es omitido, esto se debe a que se considera redundante, partiendo del hecho de que, dado que los números de oxidación de los átomos centrales siempre se encuentran especificados, existirá uno y sólo un compuesto al que le pertenezca dicho nombre, sin haber riesgo de ambigüedad. Por lo anterior, hay que tener cuidado y prestar especial atención a los prefijos numéricos, a los números de oxidación y al criterio de electroneutralidad.

▪ Construcción de la fórmula a partir del nombre

Dado que la nomenclatura es sistemática, la construcción debería resultar intuitiva puesto que los prefijos numéricos marcan el número de cada ligante presente en el compuesto y los números de oxidación de los átomos centrales ya se encuentran especificados. Lo único que será necesario revisar será que se cumpla la electroneutralidad.

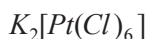
Supón que se desea construir el hexacloroplatinato(IV) de potasio.

El nombre de cualquier compuesto de coordinación (no incluyendo a las excepciones) siempre se divide de la siguiente manera:

$$\{Nombre\ de\ los\ componentes\ del\ anión\ +\ ato \\ +\ (\#)\} \text{ de } \{nombre\ de\ los\ componentes\ del\ catión\ +\ (\#)\}$$

Donde (#) representa al número de oxidación representado con número romano de cada uno de los respectivos átomos centrales.

Por lo anterior, la palabra “hexacloroplatinato (IV)” hace referencia al anión y el resto es el catión. Analizando el nombre, se obtiene que el compuesto está formado por seis ligantes “cloro” y un platino (+4) en el anión; como catión se encuentra el potasio. Por lo tanto, escribiendo la fórmula empírica con todos los criterios vistos, se tiene:



Notando inmediatamente que es uno de los casos en los que no se menciona el prefijo numérico del catión, siendo éste obtenido luego de realizar la suma de cargas para cumplir el criterio de electroneutralidad: $x + 4 - 6 = 0$, donde x representa, en este caso, el número de átomos de potasio presentes, puesto que su número de oxidación siempre es + 1; $x = 2$.

Otro ejemplo a analizar es el del tetracarbonilníquel(0).

Como se puede advertir inmediatamente, el nombre del complejo carece de la terminación -ato, por lo que se trata de uno de los casos especiales; no tiene

anión ni catión. Además, el número de oxidación del níquel es cero, lo que es común en muchos compuestos de coordinación y organometálicos. El término “tetracarbonil” hace referencia a la presencia de 4 ligantes neutros (CO). Por todo lo visto anteriormente, la fórmula sería:



Tabla 8. Ligantes comunes para la química de coordinación.

FÓRMULA Algunos ligantes comúnmente se representan con su forma abreviada ()	NOMBRE (cuando se encuentran dentro de la esfera de coordinación)
$F^{-}, Cl^{-}, Br^{-}, I^{-}$	Fluoro, Cloro, Bromo, Yodo
CH_3COO^{-} (AcO ⁻)	Acetato
$CH_3COCHCOCH_3^{-}$ (Acac ⁻)	Acetilacetato
H_2O	Acuo
NH_2^{-}	Amido
NH_3	Amino
N_3^{-}	Azido
CO	Carbonil
CN^{-}	Ciano
$C_5H_5^{-}$	Ciclopentadienil
$NH_2(CH_2)_2NH(CH_2)_2NH_2$ (trien)	Dietilentriamin
$C_2H_8N_2$ (en)	Etilendiamin
$C_{10}H_{12}N_2O_6^{4-}$ (EDTA)	Etilendiamintetraacetato
PH_3	Fosfin
OH^{-}	Hidroxio
NH_2^{-}	Imido
NCS^{-}	Isotiociano
CH_3NH_2	Metilamin
NO_2^{-}	Nitro
NO^{+}	Nitrosil
$C_2O_4^{2-}$ (Ox)	Oxalato
O^{2-}	Oxo
O_2^{2-}	Peroxo
C_5H_5N (py)	Piridin
S^{2-}	Tio
CS	Tiocarbonil
SCN^{-}	Tiociano
H_2NCSNH_2 (tu)	Tiourea
$(C_6H_5)_3P$ (PPh ₃)	Trifenilfosfin
$N(C_2H_6N)_3$ (tren)	<i>N,N',N''</i> -tris-(aminoetil)amin

Ejercicios. Escribe el nombre o fórmula según sea el caso.		
Fórmula	Nombre	Revisión por un compañero
$\text{Na}[\text{AlF}_6]$		
$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SiO}_4$		
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$		
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_2$		
$\text{Al}_2[\text{Pd}(\text{CN})_4]_3$		
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$		
	diamintetracloroferrato(II) de potasio	
	hexacianoplatinato(IV) de calcio	
	diamindiyodoplatino(II)	
	diaquodíclorodiyodoaluminato (III) de sodio	
	hexafluorosilicato(IV) de tetraaminocobre(II)	
	yoduro de aminoacuobromoclorotitanio(IV)	

▪ **Referencias**

Block, P.; Powell, W.H.; Fernelius, W.C. (1990). Inorganic Chemical Nomenclature: Principles and practice, *ACS Professional Reference Book*.

Connelly, N.G.; Damhus, T.; Hartshorn, R.M.; Hutton, A.T. (2005). Nomenclature of Inorganic Chemistry IUPAC Recommendations. RSC Publishing, IUPAC.

Hartshorn, R.M.; Hellwich, K.H.; Yerin, A.; Damhus, T.; Hutton, A.T. (2015). *Brief guide to the nomenclature of Inorganic Chemistry*, IUPAC, *Pure Appl. Chem.* 87, 1039-1049.

Nomenclatura básica de Química Inorgánica es una obra editada por la
Facultad de Química

Para la composición del texto se utilizó la fuente Optima
y Times New Roman.

La publicación de esta obra fue posible gracias al apoyo de la Coordinación
de Comunicación, a través del Departamento Editorial.

El cuidado de la edición estuvo a cargo de M en C Brenda Álvarez Carreño
Diseño de portada: DG Norma Castillo Velásquez.
Diseño de interiores: Maricela Hernández Casasola.

**Publicación aprobada por el Comité Editorial
de la Facultad de Química**

Agosto de 2020



Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos Facultad de Química • UNAM



Numero atómico
Símbolo
Nombre
Masa molar
(Relatividad atómica
de Fiecht)

1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																				
H 1.008 2.2 Hidrógeno	He 4.003 Helio	Li 6.94 1 Litio	Be 9.012 1.6 Berilio	B 10.811 2 Boro	C 12.011 1.6 Carbono	N 14.007 3 Nitrógeno	O 15.999 3 Oxígeno	F 18.998 4 Fluor	Ne 20.180 Neón	Na 22.990 0.9 Sodio	Mg 24.305 1.3 Magnesio	Al 26.982 1.6 Aluminio	Si 28.085 1.9 Silicio	P 30.974 2.1 Fósforo	S 32.06 2.6 Azufre	Cl 35.45 3.2 Cloro	Ar 39.948 Argón	K 39.098 0.8 Potasio	Ca 40.078 1 Calcio	Sc 44.956 1.4 Escandio	Ti 47.867 1.3 Titanio	V 50.942 1.6 Vanadio	Cr 51.996 1.2 Cromo	Mn 54.938 1.4 Manganeso	Fe 55.845 1.8 Hierro	Co 58.933 1.9 Cobalto	Ni 58.693 1.9 Níquel	Cu 63.546 1.9 Cobre	Zn 65.380 1.7 Zinc	Ga 69.723 1.8 Galio	Ge 72.630 2 Germanio	As 74.922 2.2 Arsénico	Se 78.971 2.6 Selenio	Br 79.904 3 Bromo	Kr 83.798 3 Kriptón	Rb 85.468 0.8 Rubidio	Sr 87.62 1 Estroncio	Y 88.906 1.2 Itrio	Zr 91.224 1.3 Zirconio	Nb 92.906 1.6 Níobio	Mo 95.95 2.2 Molibdeno	Tc 98 Tecnecio	Ru 101.072 2.2 Rutenio	Rh 102.91 2.3 Rodio	Pd 106.42 2.2 Paladio	Ag 107.87 1.9 Plata	Cd 112.41 1.7 Cadmio	In 114.82 1.8 Indio	Sn 118.71 2 Estadío	Sb 121.76 2.1 Antimonio	Te 127.603 2.1 Teluro	I 126.90 2.2 Yodo	Xe 131.29 2.6 Xenón	Cs 132.91 0.8 Cesio	Ba 137.33 0.8 Bario	La 138.91 1.1 Lantano	Ce 140.12 1.1 Cerio	Pr 140.91 1.1 Praseodimio	Nd 144.24 1.2 Neodimio	Pm 145 Prometio	Sm 150.36 1.2 Samario	Eu 151.96 1.3 Europio	Gd 157.25 2 Gadolinio	Tb 158.93 1.3 Terbio	Dy 162.50 1.3 Dysprosio	Ho 164.93 1.3 Holmio	Er 167.26 1.3 Erbio	Tm 168.93 1.1 Terbio	Yb 173.05 1.3 Yterbio	Lu 174.96 1.1 Lutecio	Fr 87 Francio	Ra 88 Radio	Ac 89 Actinio	Th 90 Torio	Pa 91 Protactinio	U 92 Urano	Np 93 Neptunio	Pu 94 Plutonio	Am 95 Americio	Cm 96 Curio	Bk 97 Berkeleyo	Cf 98 Californio	Es 99 Einsteinio	Fm 100 Fermio	Md 101 Mendelevio	No 102 Nobelio	Lr 103 Lawrencio



57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La 138.91 1.1 Lantano	Ce 140.12 1.1 Cerio	Pr 140.91 1.1 Praseodimio	Nd 144.24 1.2 Neodimio	Pm 145 Prometio	Sm 150.36 1.2 Samario	Eu 151.96 1.3 Europio	Gd 157.25 2 Gadolinio	Tb 158.93 1.3 Terbio	Dy 162.50 1.3 Dysprosio	Ho 164.93 1.3 Holmio	Er 167.26 1.3 Erbio	Tm 168.93 1.1 Terbio	Yb 173.05 1.3 Yterbio	Lu 174.96 1.1 Lutecio
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac 11 Actinio	Th 123.04 1.3 Torio	Pa 231.04 1.5 Protactinio	U 238.03 1.4 Urano	Np 14 Neptunio	Pu 13 Plutonio	Am 13 Americio	Cm 13 Curio	Bk 13 Berkeleyo	Cf 13 Californio	Es 13 Einsteinio	Fm 13 Fermio	Md 13 Mendelevio	No 13 Nobelio	Lr 13 Lawrencio

