



# Capítulo 5

## Casi todo lo que necesitas saber sobre los compuestos químicos y no sabías dónde encontrar

### 5.1. Un poco de historia

Cuando la química era alquimia, el objetivo de los alquimistas era evitar que otros supieran lo mismo que ellos. Por eso, durante siglos se rodeó de secretismo, términos crípticos y descripciones indescifrables, por no mencionar que cada alquimista usaba sus propia terminología. Poco a poco se hizo patente que era necesario poner orden en este desbarajuste y que convenía establecer una serie de reglas que permitieran seleccionar un vocabulario común, no solo para dar coherencia a la terminología y acercarse lo más posible a la precisión y neutralidad, sino para que la utilizada por cada científico y país fuese comprensible para los demás. Posiblemente sea la concepción de una razón transparente y coherente típica del siglo de las luces (XVIII) la que trajo la idea de que la ciencia debería utilizar una lengua 'bien hecha', y el posterior positivismo y auge de las sociedades científicas en el XIX lo que consolidó los esfuerzos realizados.

En este contexto, la primera propuesta de nomenclatura se describe en *Méthode de nomenclature chimique*, de los químicos franceses Morveau, Lavoisier, Berthollet y Fourcroy en 1787. En palabras del propio Lavoisier:

*La perfección de la nomenclatura de la química (...) consiste en presentar con exactitud las ideas y los hechos, sin ocultar nada (...) y, especialmente, sin añadir cosa alguna.*

Esta nomenclatura se basaba en nombres de dos palabras, claramente influida por el sistema introducido por Linneo. No se trataba simplemente de una propuesta de nombres comu-

nes para los compuestos, sino que revolucionó completamente la concepción de la química al buscar las relaciones escondidas entre los distintos elementos: se estaban cambiando los presupuestos sobre los que estaba fundamentada esta ciencia hasta entonces y se pretendía que cualquier interesado fuera capaz de acceder a estos conocimientos. Se escogieron formantes griegos para sus términos, que rápidamente se afrancesaron, con lo que impusieron el francés como idioma dominante en los inicios de esta ciencia. Lo más extraordinario era que, además de nombrar lo ya conocido, también se establecían reglas para nombrar las sustancias que todavía no se habían descubierto.

En 1788, un año después de su publicación, ya se tradujo y aceptó en España e Inglaterra, en 1790 se aceptó en Italia y Portugal, en 1793 en Alemania, en 1794 en los Estados Unidos, y en 1795 en Suecia, con lo que la nomenclatura química ya era algo conocido en los países desarrollados en el siglo XIX. La nomenclatura de Lavoisier se aplicaba esencialmente a lo que hoy conocemos como química inorgánica, pero a lo largo del siglo XIX, cuando la química orgánica comienza a tomar cuerpo propio, se empieza a normalizar también su lenguaje de la mano de la industria química, esencialmente la alemana, que impuso un sistema fundamentado en prefijos, sufijos y raíces grecolatinas, con algún que otro germanismo (éster, cetona). En 1913 se pone en marcha una comisión internacional para la nomenclatura química orgánica e inorgánica, que tras la Primera Guerra Mundial reanudó su actividad como Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés).

En 1940 apareció la primera nomenclatura completamente sistemática. Los acuerdos se publicaron en 1959 por primera vez, con revisiones de distinto calado en 1971, 1977, 1990 y 2000. La última versión cuenta con una reciente traducción al español, pero no se puede decir lo mismo de otras áreas científicas como la bioquímica o la genética, en las que solo se cuenta con normas pensadas por y para anglohablantes.

En este capítulo se comentarán algunos conceptos básicos que conviene saber sobre la química y su nomenclatura, además de las reglas fundamentales que sirven para poder traducir correctamente los compuestos químicos sin que haga falta conocer mucha química. De hecho, solo se aprenderá a traducir compuestos químicos, no a formularlos ni a justificar por qué se llaman así. Sí se comentará un poco la evolución de algunos criterios de la nomenclatura para que el traductor vaya desechando algunos nombres clásicos que todavía se pueden encontrar. En los capítulos siguientes se hará uso de estas reglas para traducir compuestos orgánicos (capítulo 6) y bioquímicos, así como los principios activos farmacológicos y los nombres de los medicamentos (capítulo 7).

En contra de lo previsible, hoy se aceptan muchos nombres comunes como sistemáticos, como se ve en el *Libro rojo* de la IUPAC sobre nomenclatura inorgánica (Connelly y cols., 2007, disponible en PDF<sup>72</sup>, y traducido al español y al catalán) y en su *Libro azul* sobre la química orgánica (Rigaudi y Klesney, 1979, consultable en línea<sup>73</sup>; está traducida una versión demasiado antigua, por lo que habrá que esperar una futura nueva edición).

## 5.2. Nomenclatura para la química inorgánica

La *Méthode de nomenclature chimique* de Lavoisier fue objeto de varias reformas durante el siglo XIX, y una de las más importantes fue la **formulación de Berzelius** de 1840, en la que los radicales se separaban por comas. La nomenclatura de Berzelius estuvo vigente hasta comienzos del siglo XX en España.

La utilización de la raya para los enlaces químicos aparece por primera vez en 1858 en una nota de los *Comptes Rendus* escrita por el escocés Archibald Scott Couper. Se titulaba *Sur une nouvelle théorie chimique* y la escribió cuando solo tenía 27 años. Que un británico escriba en una revista francesa indica que el francés era el idioma preponderante de la ciencia.

A los sufijos lavoisierianos -oso e -ico para los estados de oxidación de los cationes, Werner añadió -ito y -ato para las sales, y con ello comienza una época en la que se refundarán los principios de nomenclatura para dar cabida a compuestos que Lavoisier no había ni imaginado.

En 1895, August Wilhelm Hofmann añade las terminaciones -ano, -eno e -ino para los hidrocarburos alifáticos. Desde 1852 se desarrollan distintas nomenclaturas para sustituir a la de la escuela francesa, y culmina el 1926 con la **nomenclatura de Stock-Werner**, en la que se introduce el número de oxidación del metal con números romanos [cloruro de hexamincobalto(III), óxido doble de hierro(II) y (III) u óxido de nitrógeno(IV)]. Como esta nomenclatura estaba propuesta por alemanes (que perdieron la Segunda Guerra Mundial), no es de extrañar que en 1949 los químicos ingleses Ewens y Basset se empeñaran en transformar el sistema de Stock con el empleo de números arábigos seguidos del signo de la carga en lugar de los romanos. Aunque no prevaleció, todavía hay quien sigue empeñado en usarla, a pesar del refrendo internacional que recibió el sistema de Stock-Werner en 1953, con algunas pequeñas mejoras.

En 1957 se desaconsejó oficialmente el uso de los sufijos -oso e -ico por revelarse insuficientes para todos los estados de oxidación de los elementos químicos. En su lugar debía colocarse entre paréntesis el estado de oxidación en números romanos, pegado al nombre del elemento. Por ejemplo: hidróxido triple de aluminio, potasio y sodio, nitrato de sodio y talio(I), tetrahidroxoaluminato(III) de sodio, trioxosulfato(IV) de hierro(III) o tetraoxoclorato(VII) de calcio. También se suprime el prefijo «bi-» para las sales ácidas (por ejemplo: bicarbonate → bicarbonato; bisulfate/bisulphate → bisulfato), que pasa a sustituirse por el prefijo



hidrogeno- (sin tilde puesto que el acento recae sobre el catión). Los ejemplos anteriores se nombrarán ahora **hidrogenocarbonato** e **hidrogenosulfato**, respectivamente. Una posterior revisión de 1965 reforzará aún más la nomenclatura de Stock-Werner como la oficial de la IUPAC, e introducirá nuevas reglas para las sales dobles y triples, con la inclusión de una serie de prefijos griegos más o menos latinizados para vincular el número de átomos y grupos sustituyentes (apartado 5.8).

La IUPAC elaboró también otro sistema más simple llamado **estequiométrico**. En él se indica el número de átomos o grupos que intervienen en una fórmula para que el nombre también indique el número de átomos de cada elemento. Así, el «óxido doble de plomo(II) y (IV)» pasaría a llamarse **óxido doble de plomo(II) y plomo(IV)**, y el «óxido de dímero de nitrógeno(IV)» será el **óxido de dinitrógeno(IV)**. Pero todos estos criterios se volvieron a modificar en 1999, por lo que en el siglo XXI contamos con una nueva nomenclatura, la **nomenclatura aditiva**, que todavía no está suficientemente implantada, quizá porque nos dice el número de átomos o grupos de cada tipo que forman la molécula, pero no cómo se unen para formarla. O porque los derivados del hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ), que era sabido que formaban compuestos básicos, ahora se incluyen entre los ácidos. En cambio, en algunos casos, como el de los oxoácidos y sus derivados, sí que ayuda. A modo de ejemplo, veamos cómo se deberían nombrar algunos compuestos, la mayoría oxoácidos:

- Agua  $\rightarrow$  oxidano.
- Amoníaco  $\rightarrow$  azano.
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (antiguo bicarbonato de calcio o carbonato ácido de calcio)  $\rightarrow$  **hidrogenocarbonato de calcio** (nombre tradicional), o mejor aún, **bis(hidrogenocarbonato) de calcio** (nomenclatura aditiva).
- $\text{K}_2\text{CO}_3$  (carbonato de potasio)  $\rightarrow$  **trioxidocarbonato de dipotasio**.
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  (nitrato de bario)  $\rightarrow$  **bis(trioxidonitrato) de bario**.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico en la nomenclatura tradicional)  $\rightarrow$  **tetraoxosulfato de dihidrógeno** o **tetraoxosulfato(VI) de hidrógeno** (nomenclaturas sustitutivas) o **ácido tetraoxosulfúrico(VI)** (nomenclatura de Stock).
- $\text{H}_2\text{SO}_3$  (ácido sulfuroso)  $\rightarrow$  **trioxosulfato(IV) de hidrógeno**.
- $\text{H}_2\text{CO}_3$  (ácido carbónico)  $\rightarrow$  **trioxocarbonato(IV) de hidrógeno**.
- $\text{HClO}_3$  (ácido clórico)  $\rightarrow$  **trioxoclorato(V) de hidrógeno**.
- $\text{HNO}_3$  (ácido nítrico)  $\rightarrow$  **trioxonitrato(V) de hidrógeno** o **ácido trioxonítrico(V)**.
- $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (ácido tiosulfúrico)  $\rightarrow$  **trioxotiosulfato(V) de hidrógeno**.
- $\text{H}_2\text{COS}_2$  (ácido ditiocarbónico)  $\rightarrow$  **oxoditiocarbonato(IV) de hidrógeno**.
- $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_2$  (ácido tiosulfuroso)  $\rightarrow$  **ácido oxoperoxotiosulfúrico(IV)** o **oxoperoxo-tiosulfato(IV) de hidrógeno**.

La valencia se coloca siempre entre paréntesis, lo que se considera una regla inamovible. Por eso, en un texto normal, si hubiese un paréntesis más externo, la valencia no tendría que pasar a escribirse con corchetes puesto que no se ve afectada por esta regla gramatical. Por tanto, en lugar de escribir  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (fosfato[V] de trihidrógeno) engloba..., lo correcto sería la fórmula  $\text{H}_3\text{PO}_4$  [fosfato(V) de trihidrógeno] engloba...

### 5.3. Nomenclatura para la química orgánica

A mediados del siglo XIX, la nomenclatura química pasa a estar controlada por los químicos orgánicos, que consideran la nomenclatura inorgánica una extensión de la orgánica, y no al contrario. Cuando realmente se puso un poco de orden en este ámbito fue en la conferencia de Ginebra en 1892 presidida por el francés Friedel. En ella se establecieron 62 reglas o propuestas (redactadas en francés) para la formulación sistemática. El fundamento de la nomenclatura orgánica de Ginebra fue el principio de sustitución:

todos los derivados de una misma familia estarían caracterizados por un sufijo de la función principal, y unos prefijos indicadores del número de carbonos, con unos localizadores que señalaran la posición de los diferentes radicales. La introducción de los localizadores delante o detrás de los radicales, y detrás de los grupos funcionales, fue una de las novedades más interesantes.

La conferencia de Ginebra no supuso grandes éxitos porque seguía permitiendo el uso de los nombres comunes —en contra de la opinión alemana, que quería una sistematización que permitiera que los compuestos se llamen de la misma manera en todas las publicaciones científicas—. El aspecto más humano de estas normas lo encontramos en que al proceder de una conferencia liderada por científicos franceses, el otro gran grupo de químicos orgánicos, los alemanes, no tuvo en gran aprecio tales reglas (como siempre, *hagamos un estándar, siempre que el estándar consista en que los demás hagan lo que hago yo*). En su descargo hay que saber que la mayoría de la química orgánica de la época la escribían alemanes y se traducían después al resto de los idiomas.

Entre 1897 y 1930 se hacen varios congresos para seguir ahondando en la sistematización sin mucho éxito. Pero en 1930, la conferencia de Lieja consigue que todos los países de la comunidad científica acepten unas reglas para nombrar los compuestos orgánicos que completan y modifican las normas de Ginebra. Curiosamente, se sustituye la terminación de los triples enlaces *-ine* en inglés por *-yne* ( $\rightarrow$  *-ino* en ambos casos) para evitar que se confundan con *-amine*  $\rightarrow$  *-amina*.

Entre 1947 y la conferencia de Ámsterdam de 1949 se puso en orden la nomenclatura de los radicales, y la IUPAC publicó en inglés la primera monografía dedicada a la formulación de los hidrocarburos (sección A) y de los heterociclos (sección B). Por entonces, todavía estaban en pugna dos sistemas de nomenclatura orgánica: el de Beilstein, de origen alemán, en vigencia desde 1885, y el CAS (Chemical Abstracts Service, promovido por la Sociedad Química Estadounidense). Entre 1960 y 1970 se publicaron

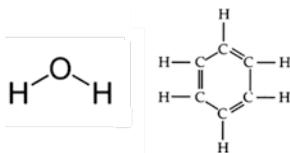
las secciones C y siguientes de la nomenclatura orgánica, y en 1979 la primera versión del *Libro azul* que reunifica todas las nomenclaturas vigentes, que está en revisión desde 2004. En el capítulo 6 se verán con más detalle las complicaciones que tiene la traducción de los compuestos orgánicos.

A pesar de que la división entre orgánico e inorgánico parece clara, las nomenclaturas orgánica e inorgánica tienen muchos puntos de contacto: empezando porque los ésteres (orgánicos) se nombran como las sales (inorgánicas) y terminando porque los compuestos organometálicos son un híbrido que hace que ambas nomenclaturas tengan que estar perfectamente coordinadas para llamarlos de igual forma.

#### 5.4. Tipos de fórmulas

Las fórmulas químicas constituyen una forma especial de expresión simbólica, y hemos de recordar que los símbolos son constantes en todos los idiomas (apartado 2.3). Aunque existan varias maneras de representar las fórmulas, son invariantes en todos los idiomas porque su descripción es independiente del lenguaje natural.

- **Empíricas y moleculares:** consisten en la expresión más sencilla de una sustancia en la que solo se hace constar la proporción de átomos que la constituyen:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$  o  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ . Se utilizan habitualmente en la química inorgánica, pero no en la orgánica, ya que no permitirían diferenciar, por ejemplo, un aldehído de una cetona.
- **Semidesarrolladas:** indican el número y la clase de átomos que se unen a cada átomo de carbono. A modo de ejemplo:  $\text{CH}_3\text{—COOH}$  y  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ . Solo suelen emplearse en química orgánica y, por ende, en bioquímica.
- **Desarrolladas:** incluyen la disposición de los enlaces entre los átomos, sin tener en cuenta su orientación espacial. Dan más información, pero generan un texto más difícil de componer al ser imágenes. Por ejemplo, el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) serían



- **Estructurales:** se trata de fórmulas desarrolladas en las que la disposición de los enlaces y su grosor pretenden explicar la estructura tridimensional de la molécula.

### 5.5. Criterios de traducción

Al mostrar la traducción de los compuestos químicos, haré mucho más énfasis en los compuestos orgánicos que en los inorgánicos porque son los más abundantes en los textos científico-médicos y porque son los que suelen dar más quebraderos de cabeza. Los siguientes criterios ayudan a generar una fórmula bien traducida a cualquiera, aunque no sepa casi nada de química:

- Si dudas, procura que el compuesto traducido se parezca al original, aunque no sea la forma correcta de nombrarlo, porque más vale una traducción correcta de una denominación arcaica o que no siga las reglas sistemáticas, que una incorrecta que siga las reglas de la IUPAC.
- Traduce correctamente todos los prefijos, sufijos y raíces. Todos tienen procedencia griega o latina, por lo que no deberían entrañar problemas. Una mera traducción fonética (apartado 5.9) ya lo deja muy cerca de la traducción correcta.
- Hay que mantener invariables todos los localizadores (numéricos o alfabéticos), respetar los guiones, puntos, comas, corchetes, paréntesis, llaves y letras griegas, y usar las cursivas, subíndices y superíndices allí donde aparezcan en el original (apartado 5.12).
- El nombre traducido debe estar formado por una única palabra (la gran ventaja de la nomenclatura por sustitución; apartado 5.6). Cuando hay varias, conviene ponerlas en el orden correcto (la gran desventaja de la

nomenclatura de clases funcionales; apartado 6.2).

- Mira si la terminación del compuesto es la palabra *acid* o el sufijo *-ate* (sal). En el primer caso, el compuesto traducido empezará por *ácido*; en el segundo, acabará con la sustancia que aparece antes de la palabra acabada en *-ate* (la sal). Esta regla es especialmente útil con los nombres muy largos, en los que no nos daríamos cuenta de que se trata de una sal o de un ácido hasta que llegamos al final. Por ejemplo:

▷ *(3S)-1-Methyl-2-oxo-3-prop-2-ynyl-pyrrolidin-3-yl]ammonium (2S)-2(6-methoxy-2-naphthyl)propanoate* → *(2S)-2-(6-Metoxi-2-naftil)propanoato de (3S)-1-metil-2-oxo-3-prop-2-inilpirrolidín-3-il]amonio*.

▷ *tert-Butyl N-[(3S)-1-methyl-2-oxo-3-prop-2-ynyl-pyrrolidin-3-yl]carbamate* → *N-[(3S)-1-Metil-2-oxo-3-prop-2-inilpirrolidín-3-il]carbamato de tert-butilo*.

- Todos los localizadores, prefijos y grupos sustituyentes se ordenan por orden alfabético y luego, cuando existan, se ponen los números.

A la hora de aplicar los criterios anteriores en este libro, tendré en cuenta que la química podría no ser tu fuerte, por lo que no indicaré cómo se forman los nombres, que es como aprenden la nomenclatura los químicos.

### 5.6. Una sola palabra en minúscula, con artículo y sin elisiones

Ya hemos visto que la combinación de elementos químicos en compuestos más o menos complejos recibe denominaciones que se escriben siempre en **minúscula** al tratarse de sustantivos comunes (apartado 3.9). Obviamente, cuando la primera palabra de una frase sea un compuesto químico, las reglas gramaticales indican que ha de escribirse con la primera letra en mayúscula. Ahora bien, esta letra no puede ser ni un prefijo que se escriba en cursiva (apartado 5.12.2) ni, desde luego, un número. Recuerda también (apartado 2.3) que los símbolos de los elementos químicos no van seguidos de un punto, salvo al

final de párrafo, son invariables en todos los idiomas y se escriben con la primera letra en mayúscula, y la siguiente, cuando existe, en minúscula (K, Na, C, O, Ca, Mg, etc.). Por tanto, los siguientes compuestos se escribirían así después de un punto o al comenzar una frase:

- 2-Metilribosa
- 2,3,5-Trimetiloctano
- 4-Aminopiridina
- *tert*-Butilbenceno
- *N*<sup>4</sup>-Benzoilcitosina
- *N*'-1-[5-(*tert*-Butilmetil)-tetrahidrofuran-2-il]-pirimidin-4-il-formamida

Los nombres de los elementos y compuestos químicos, por tratarse de sustantivos comunes, también deben ir **precedidos de un artículo** cuando así lo requieran (que es casi siempre). Lamentablemente, la presión del inglés ha hecho que los químicos consideren habitual referirse a ellos sin artículo, y muchos revisores tienden a eliminarlos. Entonces, si «el agua» nos parece normal, no deberían resultarnos extraños el ácido acético, la formamida o el tetracloruro de metano (cloroformo).

La traducción acrítica de un compuesto químico (sobre todo de la química orgánica) acaba generando aposiciones de sustantivos en los que, habitualmente, no queda claro quién modifica a quién, o cuántos sustantivos forman el nombre del compuesto. Para solventar este problema, la IUPAC recomienda unir en una **única palabra** todos los radicales, prefijos y sufijos que intervienen en un compuesto, salvo la palabra «ácido» y los nombres de los elementos químicos o cationes (esto tiene también algunas excepciones, pero hay que saber química). Al extrapolar a los compuestos bioquímicos, hay que incluir los aminoácidos, nucleótidos, glúcidos o lípidos y sus derivados entre los nombres que tienen derecho a conservar su individualidad. Por ejemplo:

*phosphonoacetaldehyde* → fosfonoacetaldehído;

*adenosine-5'-triphosphate* → adenosina-5'-trifosfato, o mejor aún, 5'-trifosfato de adenosina;

*glutamic acid* → ácido glutámico;

*sodium hydrogen sulfate* → hidrogenosulfato de sodio

- ▷ Hay que prestar atención a la unión en una única palabra de los términos hidrógeno y sulfato (apartado 5.2); de hecho, en inglés no está escrito según las recomendaciones de la IUPAC. Se consideran obsoletas o inadecuadas las denominaciones sulfato de hidrógeno y sodio, bisulfato de sodio y sulfato ácido de sodio.

*magnesium potassium fluoride* → fluoruro de magnesio y potasio;

*iron strontium oxide* (SrFeO<sub>3</sub>) → trióxido de estroncio y hierro

- ▷ En los dos últimos ejemplos hay dos cationes (magnesio y sodio en uno, y estroncio y hierro en el otro) que deben mantener su independencia en la fórmula, por lo que deben unirse por la conjunción «y». El orden en el que se nombran los cationes es siempre alfabético.

*diethylhexyl butamido triazone* → dietilhexilbutamidotriazona (oficial según la INCI), o mejor aún dioctilbutilamidotriazona.

Cuando se forma el nombre de un compuesto no se deben hacer **elisiones** con los prefijos multiplicadores (hexaóxido, tetraarsénico o monooxígeno), con la excepción de monóxido. Esto también es extrapolable a los compuestos orgánicos en relación a todas las raíces y prefijos (benzo-, nafto-, ciclopropa-, ciclobuta-...), pero no con los sufijos, que en ocasiones requieren la elisión de la última vocal; más detalles en el capítulo 6.

La pronunciación y la escritura de compuestos en los que se une una palabra que acaba en «l» (por ejemplo, metil) y otra que empieza por «l» (por ejemplo, leucina) genera problemas. La *metilleucina* se pronunciaría distinto a *metil-leucina*; no existe ninguna norma que regule este caso, pero en consonancia con la escritura y pronunciación fonética del español, yo propondría que se acepte la excepción y se incluya un guion para mantener la pronunciación correcta.

## 5.7. Acentúalos

Los compuestos químicos deben seguir las normas de acentuación, pero no hay ninguna



nomenclatura química en español (traducida o no) que recoja este aspecto. Por tanto, lo que yo propongo es que, dado que los compuestos han de formar una única palabra (apartado 5.6), han de seguir la regla del español de tener un solo acento prosódico, o sea, con una sola sílaba fuerte que recaerá en la última palabra de la serie (como se explica en el apartado 3.5.9). Sería el mismo caso de las palabras comunes donde se unen dos palabras (puntapié, decimonónico o espantapájaros) o más (esternocleido-mastoideo, otorrinolaringólogo, electroencefalografista, magnetohidrodinámica, hepatocistoduodenostomía o neumonoultramicroscopicosilicovolcanoconiosis).

Cuando **aparecen guiones** porque hay algún número intermedio, cada término antes y después de los guiones puede considerarse una palabra diferente, como se hace en el lenguaje común español: étnico-religioso, hispano-marroquí o teórico-práctico. En este caso, yo propongo (aunque no suele encontrarse nunca así) que se aplique la norma de acentuación de las palabras compuestas (apartado 3.5.9):

- 1,2,3,5-tetra-*O*-benzoil-2-*C*-metil-β-*D*-ribofuranosa;
- 5'-benzoiluridina;
- naftalén-1-ilo;
- 5-toluoil-α-*D*-ribosa;
- 4-metiltetrahidrofuran-3-ilo (siguiendo la recomendación más reciente) o 4-metiltetrahidro-3-furanilo (siguiendo la penúltima versión de la nomenclatura, que era más acorde con el español);
- ácido *p*-(*R,S*)-α-[1-(9*H*-fluorén-9-il)-metoxiformamido]-2,4-dimetoxibencil-fenoxiacético.

## 5.8. Prefijos multiplicativos

Se han propuesto tres series de prefijos a partir del griego y del latín para indicar la repetición de un grupo funcional en una misma molécula (tabla 5.1). La traducción de estos prefijos casi nunca cambia su escritura, salvo la sustitución

**Tabla 5.1.** Prefijos estequiométricos.

	De valencia <sup>a</sup>	De grupo <sup>b</sup>	En el mismo átomo <sup>c</sup>
2	di-	bis-	bi-
3	tri-	tris-	ter-
4	tetra-	tetrakis- <sup>d</sup>	cuater- ( <i>quater</i> -)
5	penta-	pentakis- <sup>d</sup>	quinque-
6	hexa-	hexakis- <sup>d</sup>	sexi-
7	hepta-	heptakis- <sup>d</sup>	hepti-
8	octa-	octakis- <sup>d</sup>	octi-
9	nona-	nonakis- <sup>d</sup>	novi-
10	deca-	decakis- <sup>d</sup>	deci-

<sup>a</sup> Prefijo para grupos funcionales simples repetidos, normalmente sobre la misma valencia de un átomo de la molécula, o lo que es lo mismo, sirven para indicar la presencia de grupos o compuestos fundamentales idénticos no sustitutivos. Ejemplo: el *trimetilamina*. La lista completa se puede consultar en línea<sup>74</sup>.

<sup>b</sup> Prefijo para indicar que el grupo funcional repetido se encuentra sobre distintos átomos de la molécula o distintas valencias de un mismo átomo, o es un grupo complejo, o hay que evitar cualquier ambigüedad. Siempre debe llevar especificados los átomos sobre los que está. Se utilizan con frecuencia en los oxoácidos para evitar que se confundan con los poliácidos. A partir del 4 se forman por la adición de la partícula *kis* al prefijo de la primera columna. Los ligandos a los que afectan estos prefijos deben ir encerrados entre paréntesis porque suele tratarse de un ligando complejo y hay que dejar muy claro cuál es el nombre del ligando al que afecta el prefijo: el *bis(fosfato) de tricalcio*, el *tetrakis(trifenilfosfano)platino*, la *fructosa-1,6-bis(fosfato)* —1,6-bis(fosfato) de glucosa sería más correcto en español, pero nadie lo utiliza—.

<sup>c</sup> Estos prefijos se utilizan para designar el ensamblaje de una serie de anillos idénticos. A partir del 6 se forman cambiando la *a* final del prefijo de la primera columna por una *i*.

<sup>d</sup> La traducción lógica de la *k* griega al español en estos casos debería haber sido una *qu* —y algunos autores así lo hacen—, aunque en la versión traducida del *Libro rojo* no se recoja esta idea y mantengan la «k».

de *qua* por *cua* y la posibilidad de sustituir la *k* por una *qu*). El prefijo correspondiente al 1 siempre se omite (salvo en la nomenclatura de clases funcionales), y en el mismo nombre pueden aparecer prefijos de distinto significado, como en oxotritioarseniato de tripotasio y dicloruro-tetrakis(hidrogenosulfato) de magnesio.

Cuando se ordenan los sustituyentes por orden alfabético, no se tienen en cuenta los prefijos multiplicativos: *dimetil* se ordena por la «m» y *trafenil* por la «f».

### 5.9. Equivalencias fonéticas

En la tabla 5.2 aparece una serie de reglas de equivalencias fonéticas para traducir los nombres de los compuestos químicos del inglés al español sin tener que tocar nada más; muchas de ellas también son válidas para traducir desde el francés. Si el compuesto no requiere ningún tipo de inversión gramatical de palabras, nos proporcionarán una traducción bastante correcta del nombre. A esta tabla hay que añadir el caso de las **consonantes dobles**, que debe pasarse a una consonante simple en español, como en *tannic acid* → ácido tánico y *gallic acid* → ácido gálico (la traducción más correcta de *gallic acid* es ácido agálico o ácido cecídico, dado que su nombre procede de *gallnut* → agalla, cecidio). Solo se mantendrá la consonante doble en los casos en los que la palabra comparta raíz con otra que en español se escriba con doble consonante, como es el caso de *cannabinoid* → cannabinoide.

Veamos algunos ejemplos en los que se emplean alguna o varias de las reglas de la tabla 5.2:

- En inglés:

*azepinyl* → azepinil(o)  
*naphthyridinyl* → naftiridinil(o)  
*benzimidazolyl* → becimidazolil(o)  
*alkoxyalkyl* → alcoxialquil(o)  
*alkanes* → alcanos  
*ketone* → cetona  
*hydroquinone* → hidroquinona  
*pyrazole* → pirazol  
*haeme* → hemo  
*ketomorpholine* → cetomorfolina  
*ethyne* → etino

*phthalate* → ftalato  
*ribose* → ribosa  
*cyclopentadienido* → ciclopentadienuro  
*methanido* → metanuro  
*chloride* → cloruro  
*methanaminide* → metanaminuro  
*amide* → amida  
*acetone* → acetónido  
*oxide* → óxido  
*nucleoside* → nucleósido  
*hydrocarbon* → hidrocarburo  
*periodic acid* → ácido peryódico

- En francés:

*alkanes* → alcanos  
*alcène* → alqueno  
*alcyne* → alquino  
*alkylene* → alquileno  
*aldéhyde* → aldehído  
*amide* → amida  
*carboxylique* → carboxílico  
*cétone* → cetona  
*éthyne* → etino  
*chlorobenzène* → clorobenceno  
*chlorure* → cloruro  
*azepinyl* → azepinil(o)  
*naphthyridinyl* → naftiridinil(o)  
*pyrazole* → pirazol  
*hème* → hemo  
*hydroquinone* → hidroquinona

Cuando se aplican las mismas reglas fonéticas a los compuestos químicos formados por varias palabras, el término en inglés puede no cumplir las normas de la IUPAC, pero la traducción al español sí debe cumplirlas (en cuyo caso el traductor transmitirá una buena imagen de sí mismo al cliente):

*para-amino salicylic acid* → ácido *para*-aminosalicílico  
*tri-iso-propylnaphtalenesulfonic acid* → ácido triisopropilnaftalensulfónico

▷ Se trata de uno de esos casos en los que la terminación *-ene-* no va al final del compuesto, por lo que se traduce por *-en-*.

*sodium lauryl sulfate* → laurilsulfato de sodio

**Tabla 5.2.** Equivalencias fonéticas para la traducción de cualquier compuesto químico.

ENG-FRA	Español	ENG-FRA	Español
<i>th</i>	t	<i>ph</i>	f
<i>ch + consonante</i>	c	<i>ch + (e, i)</i>	qu
<i>y</i>	i	<i>iod-</i>	yod-
<i>oe, ae</i>	e	<i>de-</i>	des-
<i>z + (a, o, u)</i>	z	<i>z + (e, i, y)</i>	c, z <sup>a</sup>
<i>keto-</i>	ceto-	<i>chemo-</i>	químico-
<i>alk-</i>	alqu-(e, i) alc-(a, o, u)	<i>-ane</i>	-ano
<i>-ate</i>	-ato	<i>-ene</i>	-eno <sup>b</sup>
<i>-ete</i>	-eto	<i>-hyde</i>	-hído
<i>-ic</i>	-ico	<i>-ide</i>	-uro <sup>c</sup> , -ida, -ido
<i>-ine</i>	-ina, -ino	<i>-ido</i>	-uro <sup>c</sup> , -ido
<i>-ite</i>	-ito	<i>-ium</i>	-io
<i>-iide</i>	-iuro	<i>-iium</i>	-iio
<i>-iyf</i>	-iil, -iilo	<i>-ol, -ole</i>	-ol
<i>-one</i>	-ona	<i>-ous</i>	-oso
<i>-ose</i>	-osa	<i>-oside</i>	-ósido
<i>-uide</i>	-uuro	<i>-y</i>	-i
<i>-yl</i>	-il, -ilo	<i>-yne</i>	-ino

<sup>a</sup> Debe mantenerse la z delante de «e» o «i» cuando indique que en la molécula hay átomos de N (*azide* → *azida*). Esto proviene del antiguo nombre del nitrógeno, que aún se usa en francés: *azote*.

<sup>b</sup> Existen excepciones a esta regla cuando el nombre forma parte de un compuesto y no es la última palabra, en cuyo caso se terminan por «-en»: *methylene* → *metilen-*, *ethylene* → *etilen-* y *phenylene* → *fenilen-*.

<sup>c</sup> Utilícese solo con las sales hidrácidas (las formadas con flúor, cloro, bromo, yodo o azufre) y los compuestos organometálicos, mientras que con oxígeno son óxidos (*óxidos*).

*dextran sulfate* → sulfato de dextrano (y no  
⊗ dextransulfato)

*potassium ferrocyanide* → ferrocianuro de potasio

A pesar de que un nombre debe corresponder inequívocamente a un único compuesto cuando se traduce al español, la traducción fonética a nuestro idioma hace que acabemos de igual forma dos terminaciones diferentes en inglés, afortunadamente sin provocar ambigüedad:

*hexasilinohexasiline* → hexasilinohexasilino

*dimethylarsanido*, *dimethylarsanide* →  
dimetilarsanuro

También encontramos casos en los que la traducción fonética nos hace perder el origen de la palabra. Por ejemplo, *anfetamina* corresponde a la traducción fonética de *amphetamine*, formada por un acortamiento de su nombre químico en inglés (**a**(lpha)**m**(ethylbeta)**ph**(enil)**et**(hyl)**amine**). En español se ha perdido la correspondencia entre la «n» y *metil-*. Este sería uno de esos casos en los que cabría plantearse dejar una «m» delante de la efe: **a**(lfa)**m**(etil)**f**(enil)**et**(il)**amina**.

Los criterios para castellanizar los nombres de las denominaciones comunes de las sustancias farmacéuticas (no debemos confundirlos con los compuestos de formulación química de la tabla 5.2) también siguen unas reglas fonéticas que son ligeramente diferentes, sobre todo para las terminaciones, y se verán en el apartado 7.3.

### 5.10. La terminación *-yl* de los radicales

Los compuestos que se convierten en radicales químicos se diferencian por la adición de la terminación *-yl* a la raíz del grupo funcional (*acetic/ acetyl*, *methane/methyl*, *propane/propyl*, *piperidine/piperidyl* o *indole/indolyl*). Aunque en inglés se escriben siempre igual, su traducción al español coincide con el francés, de manera que será *-il* o *-ilo* (en francés *-yle*) en función del contexto de la molécula.

- **-il-:** para la terminación inglesa y francesa *-yl* se usa esta traducción cuando el radical forma parte interna del nombre del compuesto, o sea, no es el último término del mismo (de ahí que tenga un guion delante y otro detrás):

*methyl-piperidine* → metilpiperidina;

*methylpentyl* → metilpentilo;

*2-metoxycarbonylbutanedioic acid* → ácido 2-metoxicarbonilbutanodioico;

*1-cyclohexyl-3-(2-morpholinyl-4-ethyl)carbodiimide* → 1-ciclohexil-3-(2-morfolinil-4-etil)carbodiimida.

- **-ilo:** solo se utilizará esta terminación cuando el nombre del compuesto acaba así, y se corresponde con el uso de *-yle* en francés. Se trata de una norma acorde con la fonética del español y del francés que no me extrañaría que, si en lugar de haber surgido en el siglo XIX hubiera aparecido en el XX, no se hubiera planteado y todos los radicales terminarían en *-il*.

*methyl group* → grupo metilo;

*methylpentyl* → metilpentilo;

*reacts with a hydroxyl* → reacciona con un hidroxilo;

*carboxyl end* → extremo carboxilo;

*butyl etanoate* → etanoato de butilo;

*dimethyl 2-metoxycarbonylbutanedioate* → 2-metoxicarbonilbutanodioato de dimetilo.

- **-oil/-oilo:** existe un caso muy particular donde el radical se forma por la adición del sufijo *-oyl* al grupo funcional. Se trata de los derivados de un ácido orgánico acabado en *-oic* → *-oico*. El sufijo español con el que se traduce es *-oil-* u *-oílo* según las mismas reglas expresadas para la terminación *-yl*. Un error demasiado frecuente consiste en suprimir la *o* de estas terminaciones, tanto en inglés como en español. También hay que darse cuenta de que *-oílo* siempre lleva acento en el hiato, mientras que *-oil-* solo lo llevará cuando vaya delante de un guion en la fórmula.

*heptanoic/heptanoyl* → heptanoico/heptanoílo;

*carbamoyl phosphate* → fosfato de carbamoílo (carbamoilfosfato, sin guion ni acento, sería tolerable);

*benzoyl-1,1,1-trifluoroacetone* → benzoíl-1,1,1-trifluoroacetona;

*9-benzoyl-3-hydroxymethyl-1,2,3,4-tetrahydrocarbazole* → 9-benzoíl-3-hidroximetil-1,2,3,4-tetrahidrocarbazol.

- **Benzyl y benzil:** en inglés, *benzyl* y *benzil* son dos cosas muy diferentes que no hay que confundir. El fácil es *benzyl* ( $C_6H_5-CH_2\cdot$ ), que es un radical del metilbenceno ( $C_6H_5-CH_3$ ) que debe traducirse por **bencil** o **bencilo** según los criterios que se acaban de exponer. No se debe confundir *benzyl* con *benzoyl* → **benzoíl(o)** ( $C_6H_5-COO\cdot$ ), que es el radical del ácido benzoico ( $C_6H_5-COOH$ ). Tampoco hay que confundir *benzoyl* con *benzil* ni con *benzoate* → **benzoato** ( $C_6H_5-COO^-$ ), que es su anión. Tampoco hay que confundirlos con *phenyl* → **fenil(o)** (Ph o  $C_6H_5\cdot$ ), que es el radical del benceno ( $C_6H_6$ ).



En cambio, *benzil* en inglés, *benzile* en francés, es el nombre común del compuesto formado por dos cetobencenos unidos covalentemente [(PhCO)<sub>2</sub>, que desarrollado es C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CO-CO-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>], y no un radical (fíjate que no acaba en *-yl*, sino en *-il*). Resulta obvio que no se puede traducir por *bencilo* porque coincide con la traducción de *benzyl*, poliseimia absolutamente inadmisibles en la química. Rásgate las vestiduras, porque así lo traduce nada menos que Merck en su catálogo<sup>75</sup>.

El nombre sistemático del *benzil* es 1,2-difeniletano-1,2-diona, nada fácil de recordar. Tiene reconocidos otros sinónimos más simples; uno de ellos es *diphenylglyoxal* → *difenilglioxal*, para quien tenga la capacidad de recordarlo. Otros sinónimos que recogen CAS y PubChem son *dibenzoyl* y *bibenzoil*, por lo que se suele optar por traducirlo como *dibenzoílo* o *bibenzoílo*. Esta traducción es poco afortunada, ya que hace pensar que se trata de dos benzoílos unidos, lo que genera un problema: la unión de dos benzoílos forma realmente el *peróxido de benzoílo* (*benzoyl peroxide*, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CO-O-O-CO-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> o (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CO)<sub>2</sub> O<sub>2</sub>), que es otro compuesto diferente y que afortunadamente ningún químico confunde con el *dibenzoílo*. Por eso se puede usar *dibenzoílo* para traducir *benzil* sin generar problemas, incluso sin ser, insisto, el nombre adecuado.

Finalmente, tampoco conviene confundir *dibenzoyl* con *diphenyl* → *difenilo* (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> o (Ph)<sub>2</sub>), que corresponde a la fusión de dos radicales fenilo.

### 5.11. El agua de hidratación

Muchos compuestos químicos suelen llevar una o más moléculas de agua asociadas a la molécula principal cuando se cristalizan (de ahí que también se pueda llamar «agua de cristalización»). En tal caso, se dice que el compuesto está *hidratado* (*hydrated*). Cuando el número de moléculas de agua es variable, basta con indicar que está hidratado (y esta palabra aparecerá al final del compuesto). En cambio, cuando el número de moléculas de agua es fijo y conocido,

entonces se indica de forma expresa, separado por un punto en la fórmula empírica, o separado por una coma al final del nombre del compuesto:

CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O: *copper (II) sulfate pentahydrate*  
→ sulfato de cobre(II), pentahidrato;

SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O: *tin (II) chloride dihydrate* → cloruro de estaño(II), dihidrato;

*methane hydrates* → hidratos de metano.

Esta forma de nomenclatura está recogida en la IUPAC debido a su uso generalizado para los compuestos con pocas moléculas de agua, a pesar de que la terminación *-ato* de hidrato podría hacer pensar en un componente aniónico, cuando no es así. La mayoría de los compuestos que aparecerán en los textos científicos relacionados con la medicina, la farmacia y la biología se formulan como se ha descrito. Sin embargo, existe una nomenclatura muy diferente, que no se tratará aquí, para los compuestos inorgánicos más complejos con estequiometrías no enteras, o que tienen cocrystalizados otros compuestos que no son agua (véase la página 81 del *Libro rojo* en español).

### 5.12. Partes no traducibles

No todos los términos que aparecen en una fórmula química tienen que traducirse. Existen ciertos elementos que deben permanecer tal cual en cualquier idioma. Si queremos transmitir una buena imagen de nuestras aptitudes, debemos procurar que estos elementos aparezcan correctamente incluso si en la fórmula original estaban mal puestos. A continuación indico esos elementos que deben permanecer invariables en cualquier idioma.

#### 5.12.1. Subíndices y superíndices

Los subíndices y superíndices se utilizan principalmente para:

1. Indicar el número de átomos de un elemento.
2. Distinguir isótopos o núclidos.
3. Indicar la valencia o el estado de oxidación.
4. Describir la posición de un localizador.

**Tabla 5.3.** Errores subsanables relacionados con los subíndices y los superíndices.

Incorrecto	Correcto	Comentario
Na+	Na <sup>+</sup>	El signo «+» y el «-» detrás de un símbolo indican claramente que se refieren a la valencia, por lo que deben ir en superíndice a la derecha.
NADP+	NADP <sup>+</sup>	
Cl-	Cl <sup>-</sup>	
H2O2	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	La presencia de un número tras un símbolo sin signo «+» ni «-» indica que hace referencia a una forma molecular, por lo que debe ir como subíndice a la derecha.
F2	F <sub>2</sub>	
I 131	<sup>131</sup> I	Formas incorrectas de indicar distintos isótopos de los elementos químicos; son inadmisibles en un texto científico. Si se tratase de una marcación con isótopos, habría que colocar el elemento y el superíndice entre corchetes.
98Mo	<sup>98</sup> Mo	
technetium-99	tecnecio 99	Si el elemento químico no se cita por su símbolo sino por su nombre, entonces se traduce el nombre y el número másico se deja a la derecha, sin unir con un guion.
potassium-40	potasio 40	
N6,N6-dimetiladenina	N <sup>6</sup> , N <sup>6</sup> -dimetiladenina	El localizador debe ir en superíndice a la derecha del elemento al que se refiere.

Para los significados 1 a 3, el subíndice o el superíndice se coloca sobre el símbolo de un elemento químico (o como mucho un radical) y la posición de aquellos es clave para su significado. El cuarto significado es más lioso. A continuación lo explico con más detalle:

- **<sup>73</sup>Ta:** el subíndice a la izquierda se refiere al número de protones o **número atómico** (Z). Salvo en los textos de química o física, no es habitual encontrarlo porque el número atómico es único para cada elemento, e indicarlo se considera una información redundante. Por consiguiente, se puede afirmar que, muy probablemente, un número que preceda a un símbolo de elemento, si no está puesto como superíndice o subíndice, se referirá al número másico A (véase el siguiente punto) y no al número atómico Z.
- **<sup>32</sup>P:** el superíndice a la izquierda hace referencia al **número másico** o nucleónico (A) de un nucleido (**isótopo**). Cuando se quiere indicar que un átomo de una molécula (por ejemplo, el fósforo) está sustituido por uno de sus isótopos (por ejemplo, el <sup>32</sup>P), hay que distinguir si se ha cambiado ese átomo en todas las moléculas de la disolución o solo en algunas. Si el isótopo se coloca entre **corchetes** [<sup>32</sup>P], como en **adenina-α**[<sup>32</sup>P], indica que algunas adeninas están marcadas con <sup>32</sup>P en la posición α, mientras que otras no. Si no se hubiera colocado entre corchetes, se estaría indicando que todos los fosfatos α de todas las moléculas de adenina contienen el isótopo indicado. Es muy raro que se use sin corchetes cuando forma parte de un compuesto, en cuyo caso casi seguro que es un error del autor.
- **Cl<sub>2</sub>:** el subíndice a la derecha indica el número de veces que se repite el elemento dentro de una molécula; en este caso se trata de una molécula formada por dos átomos iguales de cloro. Nunca irá seguido de nada más.
- **K<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>:** el superíndice a la derecha refleja el estado de ionización del átomo o grupo de átomos y siempre debe tener primero un número (salvo que este sea uno) seguido de un signo + o - según la naturaleza de la carga. Cuando el procesador de texto no pueda poner en la misma posición un subíndice y un superíndice, se pegará al símbolo el subíndice porque le afecta directamente, y quedará despegado el superíndice porque afecta al grupo



de átomos, no solo al último. Por eso sería incorrecto poner  $\text{SO}_4^{2-}$ , pero sería correcto  $\text{SO}_4^{2-}$ . Se aplica tanto a los iones ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) como a los radicales:  $[\text{AlCl}_4]^-$ ,  $[\text{PW}_{12}\text{O}_{40}]^{3-}$ .

- **Localizadores:** hay compuestos químicos muy complejos que contienen localizadores para saber en qué posición de la molécula se sitúan las modificaciones. Aparecen al principio o dentro del nombre, nunca al final, y lo normal es que, si llevan un número asociado, este se ponga en superíndice a la derecha:
  - **Tras símbolo de átomo:** los símbolos de átomo sirven para indicar que un átomo que no es carbono (C) tiene una modificación; la posición de este átomo se indica con un superíndice a la derecha del símbolo del elemento afectado, que además debe ir en cursiva (*N*<sup>6</sup>-metiladenosina, *O*<sup>6</sup>-metilguanina).
  - **Tras letra griega:** las letras griegas en los compuestos químicos tienen significados muy concretos, y si hay que indicar una posición, se hace con un número en superíndice a la derecha de las mismas:

vinil- $\eta^5$ -ciclopentadienilo,  
 $\lambda^5$ -yodano,  
 ácido cis- $\Delta^{11}$ -eicosanoico,  
 nonacarbonil-1 $\kappa^5$  C,2 $\kappa^4$  C-reniocobalto.

Hay otros casos en los que el número tras la letra griega, sobre todo tras  $\mu$ , se coloca en subíndice: tetra- $\mu_3$ -yoduro-tetrakis[trimetilplatino(IV)].

- **Corrección de errores:** Con  $^{16}_8\text{O}_2^{2-}$  se representa un átomo de oxígeno, de masa atómica 16 y número atómico 8, que se encuentra en forma de molécula formada por dos átomos y, a su vez, que esta molécula se ha ionizado con dos cargas negativas. Pero hay casos en los que, por algún tipo de error, se pierden los subíndices y superíndices.

En general, resulta muy extraño que un autor coloque mal la valencia de un elemento, por lo que  $\text{Ni}3+$  es realmente  $\text{Ni}^{3+}$ . La misma situación nos encontramos con un estado

molecular: raramente se encontrará  $\text{O}2$  por  $\text{O}_2$ , o  $\text{MgCl}2$  por  $\text{MgCl}_2$ , como no sea un error tipográfico. Lo habitual es que el contexto indique la forma correcta; pero si el traductor no domina la química y se encuentra con expresiones como  $\text{O}2^-$ , es posible que no sepa si se refiere a  $\text{O}^{2-}$  o a  $\text{O}_2^-$  (ambos existen); si apareciera  $\text{PH}2^-$ , tampoco es fácil saber si se trata de  $\text{PH}_2^-$  (fosfanuro) o de  $\text{PH}^{2-}$  (fosfandiuro); y cuando se encuentra  $\text{ClO}4^-$  puede no saber que se trata de  $\text{ClO}_4^-$  y no de  $\text{ClO}^{4-}$  (que no existe).

Siempre que no tengas claro cómo corregir la ausencia de subíndices o superíndices, transcribe del inglés al español sin hacer ninguna modificación y coloca una nota que refleje que sabes que está mal expresado, pero que no estás seguro de cómo se pondría bien. En los ejemplos de la tabla 5.3 se comentan algunos errores muy frecuentes.

### 5.12.2. Cursivas

Los compuestos químicos se escriben con letra redonda, pero hay ciertos caracteres para los que está reglada su escritura en cursiva. Si se traduce un texto bien escrito, no hay más que seguir lo que ponga el original, dado que la norma es la misma en todos los idiomas. Pero en los textos en los que no se cuida la ortotipografía, el traductor tiene que corregir el original cuando corresponda una cursiva.

Todas las partículas en cursiva que describo a continuación se consideran **invariables**, lo que quiere decir que si un compuesto es la primera palabra de una frase, la mayúscula no debe recaer sobre estos prefijos en cursiva, sino sobre la primera letra del nombre. Por ejemplo: *o*-Dimetilbenceno, *N*-Fenilpropionamida, *sec*-Butilo o *cis*-2-Buteno.

- **Latinismos:** sí, en la química se usan latinismos para algunos prefijos que, en concordancia con los usos del lenguaje común (apartado 3.10), se escriben en cursiva, como **sec-** (secundario) y **tert-** (terciario). Ojo, *tert*-no debe castellanizarse como  $\text{terc}^-$  ni como  $\text{ter}^-$ , aunque resulte frecuente encontrarse

con ello. Estos prefijos siempre se separan por un guion del nombre del compuesto. Cuidado con los prefijos *iso-*, *neo-*, *seco-*, *apo-* o *ciclo-*, que no se escriben en cursiva ni se separan por un guion del resto del compuesto: *isopropano*, *neopentano*, *ciclohexano*.

- *tert-butoxi* → *tert*-butoxi;
- *3-sec-butyl-1-oxo-2,3-dihydroisoquinoline* → *3-sec*-butil-1-oxo-2,3-dihidroisoquinolina.
- **Localizadores literales:** a sabiendas de que la IUPAC desaconseja su uso, se escriben en cursiva los localizadores literales **orto-**, **meta-** y **para-** (en inglés *ortho-*, *meta-* y *para-*), así como sus formas abreviadas *o-*, *m-* y *p-*. Estos prefijos no se deben confundir con la serie *orto-*, *meta-* y *piro-* que designan diferentes grados de hidratación de un ácido inorgánico (principalmente el ácido fosfórico), que se escriben en redonda y unidos al nombre del ácido, sin guion: ácido metafosfórico, ortofosfato de sodio.

*m-dimethylbenzene* → *m*-dimetilbenceno;  
*o-nitrophenol* → *o*-nitrofenol;  
*p-chlorotoluene* → *p*-clorotolueno.

Se utilizan otros localizadores literales cuando no es posible asignar un localizador numérico a un sustituyente, siempre separados por guiones del resto del nombre. Estos localizadores son la abreviatura del átomo sobre el que se produce la sustitución, entre los que **N** y **O** son los más abundantes (*N*-alquilo; *O*-metilserina), pero también pueden ser **P** o **S**. Cuando hay que indicar varios localizadores, se separan por comas y sin espacios, y se deben utilizar superíndices para deshacer ambigüedades: *N*<sup>6</sup>,*N*<sup>6</sup>-dimetiladenina o *N*<sup>2</sup>-bencil-*N*<sup>1</sup>-etilpropano-1,2-diamina. En este mismo grupo se incluye la **H** que se coloca para indicar que se ha añadido un hidrógeno: *3H*-pirrol o fosfinin-2(*1H*)-ona.

- **Descriptores estereoquímicos:** se trata de los prefijos *cis-*, *trans-*, *retro-*, *r-*, *c-* y *t-*, que siempre van seguidos de un número en re-

donda. También los descriptores (*Z*), (*E*), (*R*) y (*S*), que siempre van entre paréntesis y, a veces, precedidos de un número que indica la posición del centro de asimetría; en tal caso, el número no va en cursiva. Cuando hay que enumerar seguidos varios centros de asimetría, se colocan todos dentro de un paréntesis separados por comas y sin espacios:

*trans-1,2-dichlorocyclohexane* →  
*trans*-1,2-diclorociclohexano;

*cis-1,2-dimethylcyclopentane* →  
*cis*-1,2-dimetilciclopentano;

*t-5-chlorocyclohexane-r-1,c-3-dicarboxylic acid* → ácido *t*-5-clorociclohexano-*r*-1,  
*c*-3-dicarboxílico;

*r-1-bromo-1-chloro-t-3-ethyl-3-methylcyclohexane* → *r*-1-bromo-1-cloro-*t*-3-etil-  
 3-metilciclohexano;

(*Z*)-2-chloropent-2-ene →

(*Z*)-2-cloropent-2-eno o (*Z*)-2-cloro-2-penteno;

(*1R,2S*)-2-amino-1-cyclopentanol →  
 (*1R,2S*)-2-amino-1-ciclopentanol.

- **Otros casos:** finalmente, hay un grupo heterogéneo de prefijos que también se escriben en cursiva:
  - *n-*, que se utiliza para los ácidos grasos.
  - *aci-*, que va seguido siempre por *nitro-*, como *aci*-nitrometano y *2-aci*-nitropropano.
  - *abeo-*, que va precedido de un código numérico y separado del resto del compuesto por un guion, como 10(5→6)*abeo*-6α(*H*)-androstano. Pero en el *Libro azul* de química orgánica se dice que no se escribe en cursiva.
  - En el caso de moléculas formadas por contracción o expansión de anillos, se utilizan los prefijos *nor-*, *homo-* o *dihomo-* (en redonda) precedidos por la letra en cursiva del anillo que se ha visto afectado:



*A-homo-B-nor-5a-androstane* →

*A-homo-B-nor-5a-androstano*

*3-hydroxy-D-dihomo-1,3,5(10)-estra-*

*trien-17b-one* → *3-hidroxi-D-dihomo-*

*1,3,5(10)estratrién-17b-ona*

- *closo-*, *nido-*, *aracno-* (*arachno-*), *hifo-* (*hypho-*) o *clado-* (*klado-*), que hacen referencia a unas determinadas disposiciones espaciales de los hidruros de boro: *nido*-pentaborano(9), *aracno*-tetraborano(10) o *closo*-dodecaborano(12).

- *catena-*, cuando funciona de prefijo: *catena*-triborano(5); pero nunca de sufijo, porque significa otra cosa muy diferente:

*1,4-diazy-2,3-dicarby-[4]catena* →

*1,4-diazi-2,3-dicarb- [4]catena,*

*2,2,3,3,4,4-hexachlorido-1,5-*

*dichloro-2,3,4-trisily-[5]catena* →

*2,2,3,3,4,4-hexacloruro-1,5-dicloro-*

*2,3,4-2,3,4-disili-[5]catena.*

En los descriptores que van entre corchetes (apartado 5.12.3) puede aparecer un número acompañado de una letra minúscula para referirse al lado del compuesto que se ve afectado por la fusión de los anillos. Esta letra ha de ponerse en cursiva. En ocasiones, solo aparece la letra:

*antha[2,1-a]naphthacene* →

*antra[2,1-a]naftaceno;*

*indeno[1,2-a]indene* →

*indeno[1,2-a]indeno;*

*1H-benzo[a]cyclopent[*j*]anthracene* →

*1H-benzo[a]ciclopent[*j*]antraceno.*

### 5.12.3. Paréntesis, corchetes y llaves

Los paréntesis, corchetes y llaves en las fórmulas químicas van pegados, sin espacios ni guiones, a la palabra que antecede y que sigue. Si le precediera o siguiera un número, no se yuxtapondrá, sino que irá separado por un guion. En el apartado de subíndices y superíndices (5.12.1) se ilustra el uso de los corchetes para indicar la

parte del compuesto que contiene un isótopo diferente. En el apartado de las cursivas (5.12.2) se indica que algunos descriptores estequiométricos también han de ir entre paréntesis o corchetes. En el apartado 5.12.4 se ilustra que también se usan para encerrar ciertos descriptores numéricos. Los otros significados de estos signos dentro del nombre de un compuesto químico superan el objetivo de este libro. En cualquier caso, hay que saber que **se deben mantener en la misma posición y orden en cualquier idioma.**

Al igual que las fórmulas matemáticas, los paréntesis deben aparecer encerrados entre corchetes «[ ]» que a su vez deben estarlo entre llaves «{ }». Aunque no faltarán ocasiones en las que solo veamos unos paréntesis anidados en otros, sin más, como en algunos de los ejemplos que vienen a continuación:

*4-(1-methylpropyl)decane* →

*4-(1-metilpropil)decano;*

*1-[2-(3-hydroxyadamant-1-ylamino)acetyl]*

*pyrrolidine-2-(S)-carbonitrile* →

*1-[2-(3-hidroxiadamant-1-ilamino)acetil]*

*pirrolidín-2-(S)-carbonitrilo;*

*5-[[4-[(3,4-dihydro-3-methyl-4-oxo-2-quina-*

*zolinyl)methoxy]phenyl]methyl]-2,4-thiazolidi-*

*nedione* → *5-[[4-[(3,4-dihidro-3-metil-4-oxo-*

*2-quinazolinil)metoxi]fenil]metil]-2,4-tiazoli-*

*dindiona;*

*N-[(4-methoxyphenoxy)carbonyl]-N-[[4-[2-*

*(5-methyl-2-phenyl-4-oxazolyl)ethoxy]phenyl]*

*methyl]glycine* → *N-[(4-metoxifenoxi)carbo-*

*nil]-N-[[4-[2-(5-metil-2-fenil-4-oxazolil)etoxi]*

*fenil]metil]glicina*

- ▷ En los dos últimos ejemplos, un corchete externo ha sido 'traducido' por una llave para evitar la yuxtaposición de dos signos iguales.

*13-amino-N-(2-2-[(2-[2-(2-aminoethyl)amino]*

*ethylamino)ethyl]aminoethyl)-2,5,8,11-tetraa-*

*zatrídecánamida* → *13-amino-N-(2-2-[(2-[2-*

*(2-aminoetil)amino]etilamino)etil]aminoetil)-*

*2,5,8,11-tetraazatrídecánamida*

- ▷ No se han usado llaves, solo alternancia de corchetes y paréntesis. Se podrían incluir las llaves,

pero hay que prestar mucho cuidado para no confundirse. Por eso es preferible dejarlo como está.

#### 5.12.4. Comas, puntos, dos puntos y punto y coma entre números y letras

De todo lo que llevamos visto podemos deducir que unos localizadores, ya sean numéricos o literales, se separan de otros por comas y sin espacios. En cambio, los localizadores deben estar aislados por guiones del resto de los términos que no sean localizadores. Esto es así en inglés, en francés y en español:

*2,4-dimethylpentane* → 2,4-dimetilpentano;

*1-phenylpentane-2,3-dione* → 1-fenilpentano-2,3-diona

▷ Según las recomendaciones de la IUPAC posteriores a 1993, el localizador (en este caso «2,3») debe situarse inmediatamente antes del prefijo o sufijo al que afecta. Hasta este año, lo correcto hubiera sido 1-fenil-2,3-pentanodiona, que es mucho más acorde con la pronunciación española (como 1-hexeno respecto a hex-1-eno). Algunos químicos prefieren seguir las recomendaciones del *Libro azul* en español (anterior a 1993) y no la revisión de 1993, siempre que no se cree ambigüedad. Otros, en cambio, la desechan completamente por obsoleta. Cada uno viene cargado de razones.

*pentane-1,3,5-tricarboxylic acid* → ácido pentano-1,3,5-tricarboxílico;

*N,N-dimethylaniline* → *N,N*-dimetilnilina;

*N-ethyl-N-methylpropylamine* → *N*-etil-*N*-metilpropilamina.

También pueden aparecer separados por comas (sin espacios) los números romanos que, en la nomenclatura de Stock, separan los estados de oxidación de un compuesto:  $\mu$ -pirazina-bis(pentaaminorrutenio)(II,III).

Si los números aparecen separados por puntos, tampoco se trata de una indicación decimal, sino de la nomenclatura de compuestos con puentes internos (nomenclatura de Von Baeyer, apartado 6.1). A diferencia de los números sepa-

rados por comas, los separados por puntos se separan del resto del nombre por corchetes y hay que dejarlos tal como están en el texto original. Por supuesto, en el mismo nombre pueden coexistir números separados por puntos y otros separados por comas:

*bicyclo[2.2.1]hept-5-ene-2,3-diol* → biciclo[2.2.1]hept-5-eno-2,3-diol;

*1,4,5,6,7,7-hexachloro-bicyclo[2.2.2]hept-5-ene-2,3-dicarboxylic acid* → ácido 1,4,5,6,7,7-hexacloro-biciclo[2.2.2]hept-5-eno-2,3-dicarboxílico.

Existen determinados tipos de compuestos químicos, esencialmente los organometálicos y los de coordinación, en los que el nombre contiene dos puntos (:) o punto y coma (;) para separar los átomos ligantes o los localizadores de los átomos centrales. Tampoco se cambian, y hay que dejarlos tal cual en la traducción: 1-silil-2,3:2,5:3,4:4,5-tetra- $\mu$ H-pentaborano(9).

#### 5.12.5. Letras griegas que deben desaparecer

Ya hemos visto (apartado 5.12.1) que las letras griegas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ , etc.) tienen un significado concreto en la nomenclatura química, y que por eso hay que dejarlas tal cual.

Sin embargo, nos vamos a encontrar fórmulas fruto de un **antiguo sistema de numeración de los átomos** de carbono que empleaba letras griegas en lugar de números. Normalmente serán ácidos carboxílicos (–COOH) en los que este carbono (posición 1) no se cuenta y a partir del siguiente (posición 2) se nombran con letras griegas correlativas:  $\alpha$  para la posición 2,  $\beta$  para la 3,  $\gamma$  la cuarta, etc. Si a esto añadimos que en otras moléculas la  $\alpha$  designaba la posición 1, comprenderemos que el resultado es un caos. Así, por ejemplo, en el ácido  $\alpha$ ,L-glutámico puede surgir la duda de si se está refiriendo a la posición 2 del glutámico, o si la  $\alpha$  hace referencia a alguna asimetría. Por eso la IUPAC retiró este sistema de numeración con letras griegas y dejó únicamente los números como localizadores de posición.

Es muy probable que el traductor con poca formación química no sepa si tiene o no que cam-



biar la letra griega, y por qué tiene que cambiarla. Para evitarse problemas, más vale dejarlas, a sabiendas de que podrían ponerse de otra forma. He aquí algunos ejemplos que aparecerán con frecuencia en los textos médicos y farmacológicos:

$\alpha$ -ketoglutarate  $\rightarrow$  2-oxoglutarato

- ▷ El  $\alpha$ -cetoglutarato sería aceptable, si bien la IUPAC recomienda que el prefijo para las cetonas no sea el arcaico ceto-, sino oxo-.

$\beta$ -mercaptoethanol  $\rightarrow$  2-mercaptoetanol

- ▷ Uno de esos casos en los que la  $\beta$  no es la posición 3, sino la 2.

$\epsilon$ -lysine  $\rightarrow$   $\epsilon$ -lisina (nadie lo utiliza de otra forma).

3- $\alpha$ , 12- $\alpha$ -dihydroxy-5- $\beta$ -cholan-24-oic acid  $\rightarrow$  ácido 3,12-dihidroxicolán-24-oico

- ▷ Sería aceptable el ácido 3- $\alpha$ ,12- $\alpha$ -dihidroxi-5- $\beta$ -colán-24-oico.

$\gamma$ [<sup>32</sup>P]-cytosine  $\rightarrow$   $\gamma$ [<sup>32</sup>P]-citosina (nadie lo usa de otra forma).

En los ácidos grasos se debe utilizar la letra griega  $\Delta$  con un superíndice para indicar dónde se produce la **insaturación** (apartado 5.12.1). La  $\Delta$  debería ir precedida además del prefijo *cis*- o *trans*- para indicar su isomería. Otra forma de indicar las insaturaciones consiste en incluir la letra  $\omega$ , que la IUPAC desaconseja (por muy de moda que esté en los anuncios publicitarios). Sería mucho más correcto sustituir dicha  $\omega$  por una *n*, en cursiva. El problema es que a veces se escriben mal y parecen otra cosa. Por ejemplo:

(3S,4S)-cis-delta-6-tetrahydrocannabinol-7-oic acid  $\rightarrow$

ácido (3S,4S)-*cis*- $\Delta^6$ -tetrahidrocannabinol-7-oico

$\omega$ -3 fatty acids  $\rightarrow$  ácidos grasos *n*-3, mejor que ácidos grasos  $\omega$ -3 u  $\otimes$ omega 3.