

Antonio García Belmar
José Ramón Bertomeu Sánchez

Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia (Universitat de València-CSIC).

Lenguaje, ciencia e historia: Una introducción histórica a la terminología química.

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca dentro de las investigaciones sobre las aplicaciones de la historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias. Su objetivo principal consiste en ofrecer algunas sugerencias acerca del modo en que puede renovarse la enseñanza de la terminología química mediante el empleo de las conclusiones de diversos estudios históricos sobre el tema. Se pretende además mostrar que la terminología química puede ser también empleada como ventana desde la que asomarse a la historia de la química, de acuerdo con un planteamiento que permite atacar ciertas imágenes sobre la ciencia y el papel que juega el lenguaje en la actividad científica. Esta perspectiva histórica permite aclarar la naturaleza de la terminología actual, las razones que han llevado a su establecimiento y las causas de su constante transformación.

Antonio García Belmar
José Ramón Bertomeu Sánchez

Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia (Universitat de València-CSIC).

Lenguaje, ciencia e historia: Una introducción histórica a la terminología química.

Una sencilla comparación entre los libros de texto del siglo pasado y los actuales permite comprobar las escasas novedades que se han introducido durante este largo período en la enseñanza de la terminología química. Este tema suele discutirse en los primeros capítulos de los cursos de química general y, en general, consiste en una lista más o menos amplia de reglas para nombrar diversos compuestos inorgánicos y orgánicos. El modo de presentación de esta parte tan importante de la química ha permanecido casi inalterado a pesar de los cambios que ha sufrido esta ciencia en los últimos doscientos años. Recordemos únicamente, a título de ejemplo, que el número de compuestos químicos - y, por lo tanto, de términos empleados para nombrarlos- ha pasado de varias decenas de miles a mediados del siglo pasado a algo más de una decena de millones en la actualidad. Tal proliferación de sustancias ha ido acompañada de la aparición de numerosos métodos y reglas de nomenclatura, especialmente adaptados a los diferentes tipos de compuestos. Durante el siglo XIX, el autor de un libro de texto de química podía todavía abrigar ciertas esperanzas de ofrecer una lista más o menos completa de reglas para nombrar los compuestos químicos conocidos en ese momento. Es evidente que tal pretensión carece de sentido en la actualidad. Hoy resulta mucho más interesante mostrar los principios en los que se fundamentan tales reglas y métodos de nomenclatura, analizar su carácter dinámico mediante el estudio de su origen y de los constantes cambios a los que han estado sometidas, así como indagar la razón de su existencia, reflexionando acerca de la función que desempeña el lenguaje en la actividad científica.

La reducción del estudio de la terminología química al aprendizaje memorístico de una selección arbitraria de reglas de nomenclatura y a su aplicación mecánica a interminables listas de ejemplos de sustancias supone desperdiciar la enorme riqueza didáctica que ofrece este capítulo central de la enseñanza de la química. El estudio de la terminología química desde otras perspectivas permite romper con algunos de los problemas que genera la división entre "ciencias" y "letras" y atacar ciertas imágenes deformadas de la ciencia que difunden numerosos medios de comunicación o, incluso, algunos libros de texto. Un componente característico de estas imágenes suele ser el papel pasivo que se le otorga al lenguaje dentro de la ciencia que, en general, queda limitado a la mera descripción de los fenómenos que estudian los científicos. Esta visión se encuentra muy difundida, a pesar de que ha sido ya suficientemente atacada por numerosos trabajos que han investigado las diferentes funciones que desempeña el lenguaje en la actividad científica [DEAR (1991), GROSS (1990), LOCKE (1992) o MYERS (1990). Son también muchos los estudios que han mostrado la necesidad de reflexionar sobre el uso del lenguaje científico en la enseñanza de las ciencias [SUTTON (1992) (1994), revista *Alambique* n. 12].

De acuerdo con estos estudios, nuestro trabajo se enmarca dentro de las investigaciones que, desde hace varias décadas, vienen realizándose sobre las aplicaciones de la historia de la ciencia a la

enseñanza, de las que se ha ocupado recientemente un número monográfico de esta revista. Su objetivo es ofrecer algunas sugerencias acerca del modo en que puede renovarse la enseñanza de la terminología química, basada en nuestra propia experiencia acumulada durante varios años de enseñanza de este tema en los primeros años de diversas licenciaturas universitarias. En este artículo hemos tratado de resumir algunas de las principales conclusiones que los historiadores de la química han alcanzado sobre el lenguaje de esta ciencia [CROSLAND (1962), BERETTA (1993), BENSUAUDE-VINCENT-ABRI (1995)]. Además de mostrar un esquema general de estas investigaciones, que hemos desarrollado en otro trabajo [GARCIA-BERTOMEU (en pub.)], hemos incluido algunos ejemplos de los usos didácticos que hemos ensayado en nuestras clases. Aunque la terminología química abarca un campo más amplio, el presente estudio está limitado al análisis de la nomenclatura química inorgánica y orgánica, si bien algunas de sus conclusiones pueden aplicarse a otros ámbitos de la terminología química.

I. Los orígenes de la terminología química.

La terminología que emplean los químicos en la actualidad contiene referencias a diversos momentos de la historia de la ciencia. Por ello, su estudio puede ser utilizado para ofrecer una introducción a la historia de esta disciplina, desde perspectivas algo diferentes a las que suele ser habitual encontrar en los libros de texto. Muchas de estas obras ofrecen una imagen de la historia de la ciencia limitada a un conjunto de grandes figuras, generalmente de los últimos dos siglos. Esta imagen - que ha sido ya suficientemente criticada por los historiadores de la ciencia- no puede ser mantenida cuando se discuten las fuentes de la terminología científica. En este caso, resulta imposible atribuir este importante componente de la ciencia moderna a un científico particular y, gracias a ello, el estudiante debe enfrentarse a muchos de las características que derivan del carácter colectivo de la actividad científica contemporánea, tales como la obtención de consensos entre los miembros de una comunidad científica o la difusión de determinadas concepciones y teorías. A través del estudio de algunos términos es también posible propiciar el interés por la historia de la ciencia, remarcar su constante transformación y sugerir alguna de las circunstancias que han contribuido a consolidar su estado actual.

En los términos químicos actuales existen raíces procedentes de diversas lenguas. Un pequeño ejercicio -que comporta el uso de un diccionario etimológico- permite comprobar que la mayor parte de las raíces tienen origen grecolatino, aunque resulta también posible encontrar referencias a otras lenguas como el árabe, el castellano, el francés, el alemán o el inglés. El hecho de que el griego y el latín fueran las lenguas cultas empleadas en Occidente durante muchos siglos como vehículo de comunicación científica es una de las causas de esta situación. El análisis de términos como "espectroscopia" o "cromatografía" -técnicas desarrolladas durante estos dos últimos siglos, cuando los científicos ya no empleaban el latín como lengua de comunicación- permite, además, comprobar que muchos términos recientes tienen también un origen grecolatino. El rápido crecimiento de la ciencia obliga a los científicos a acuñar constantemente neologismos que, en la mayor parte de los casos, proceden de estas lenguas clásicas. Esto facilita la adaptación a muchas lenguas y permite la creación de un lenguaje científico internacional. Este carácter internacional de la terminología científica puede ser fácilmente comprobado en un aula mediante una adecuada selección de términos científicos y sus correspondientes formas en diferentes idiomas.

Entre los términos químicos también se pueden encontrar algunos cuyo origen son lenguas diferentes al griego y al latín. Un ejemplo muy interesante lo constituyen los términos químicos de

origen árabe, cuya etimología lleva, en muchas ocasiones, a realizar una incursión en ese apasionante período de la historia de la ciencia que los manuales suelen describir bajo el rótulo de "ciencia árabe" y que, debido en parte a barreras idiomáticas y culturales, está generalmente ausente de la mayoría de los libros de texto de ciencias. Una conocida palabra como "alambique" permite no sólo recalcar la importancia que este período tuvo para el desarrollo de la alquimia sino también mostrar uno de los procesos más interesantes de difusión de la ciencia que han ocurrido a lo largo de la historia. El origen de esta palabra resulta fácil de reconocer por la presencia del artículo árabe. Los árabes la tomaron, a su vez, de la palabra griega "ámbix", con la que se designaba la parte superior del aparato destilador. Su etimología permite recordar las traducciones que, durante la Alta Edad Media, se realizaron de diversos textos griegos al árabe, en ocasiones a través de un versión previa en siríaco. Más adelante, algunos de estos textos fueron traducidos al latín en diversas zonas de contacto entre el mundo cristiano y el mundo islámico, como fue la ciudad de Toledo del siglo XII. Como consecuencia, la primera terminología alquímica contiene términos como "elixir", "alcohol" o "atanor", de claro origen árabe. Los autores que utilizaron el árabe como lengua culta no se limitaron a la asimilación y la transformación del saber clásico grecolatino. También sirvieron como puentes entre la cultura hindú y la occidental, como muestran las cifras que denominamos "árabes" [IFFRAH (1994)] y términos químicos como "alcanfor", que procede del sánscrito a través del árabe.

Resulta también fácil de reconocer la etimología árabe en la palabra "alquimia", gracias a la presencia del artículo árabe junto con una raíz cuyo origen sigue siendo discutido todavía. Durante el Renacimiento, comenzó a extenderse el uso de la palabra "*chymia*", la cual dio origen en muchas lenguas europeas al vocablo con el que designamos la disciplina hoy conocida como química. Aunque al principio las palabras "*alchymia*" y "*chymia*" se emplearon con un significado semejante, durante el siglo XVII la primera comenzó a emplearse para designar únicamente el conjunto de prácticas y conocimientos relacionados con la transmutación, mientras que la segunda pasó a designar los escritos relacionados con las cuestiones que actualmente asociamos con la química [ROCKE (1985)]. Estas transformaciones pueden ser utilizadas para ilustrar la labor del movimiento humanista que trató de depurar las fuentes del saber grecolatino de las modificaciones introducidas en las traducciones árabes

Durante los siglos XVI y XVII, se generalizó también el uso de las lenguas vernáculas en la comunicación de conocimientos científicos, lo que ha persistido hasta nuestros días. Además del alemán (níquel), francés (bureta) e inglés (espín), también resulta posible encontrar términos químicos procedentes del castellano, como ocurre en el caso del "platino", que procede del diminutivo de plata. Fue introducido en el lenguaje químico internacional debido a que una de las primeras descripciones de este elemento fueron difundidas en las obras de Jorge Juan (1713-1773) y Antonio de Ulloa (1716-1795). Ejemplos como éste, al igual que el caso del wolframio, identificado por los hermanos Juan José (1754-1796) y Fausto de Elhuyar y Lubice (1755-1833), permiten ofrecer información sobre el cultivo de la ciencia en la sociedad española de otros períodos, tema que suele estar habitualmente ausente de las mayor parte de los cursos de ciencia [TRAVER (1996)].

II. Diversos criterios para nombrar sustancias químicas

En la terminología química existen referencias a las diversas tradiciones que confluyeron en la constitución de la química como disciplina independiente durante el siglo XVII. Como recuerda Clive Sutton (1992), muchos términos científicos son auténticos fósiles de ideas muy antiguas y teorías ya

olvidadas. Por ello, palabras como "mercurio" o "saturnismo" (envenenamiento con plomo) permiten recordar las actividades de los alquimistas y sus ideas acerca de la relación entre los siete "planetas" y los siete metales. Otros como "morfina" (del nombre de Morfeo, Dios de los sueños, por sus efectos fisiológicos) o "tolueno" (del bálsamo de Tolú empleado en farmacia) evocan las importantes contribuciones de médicos y farmacéuticos a la química. Por su parte, el nombre del elemento "cobalto" recuerda la importante tradición minerometalúrgica alemana, puesto que procede del nombre "*Kobold*", con el que los mineros designaban ciertos duendes engañosos que operaban en las minas. Otros como "alizarina" o "ácido gálico" hacen referencia a productos habitualmente empleados en la industria de tintes. Su estudio permite mostrar el importante desarrollo de estas técnicas mucho antes de que la química se consolidara como disciplina independiente.

Estas tradiciones desarrollaron diferentes modos de nombrar las sustancias químicas. En la actualidad, se suele emplear la composición química como criterio para acuñar el nombre de nuevas sustancias, lo que resulta fácil de comprobar en términos como "óxido férrico" o "sulfato de sodio". Antes de la consolidación del concepto moderno de composición química, fueron empleados diversos criterios para distinguir y nombrar las sustancias. Uno de los primeros fueron propiedades físicas fácilmente reconocibles como el color. Durante mucho tiempo, lo que ahora denominamos sulfato cúprico y sulfato ferroso fueron nombrados "vitriolo azul" y "vitriolo verde". En la etimología de nombres como "cianuro" o "rodio" resulta fácil encontrar huellas de este modo de nombrar, que es mucho más evidente en términos que designan indicadores de pH como el "azul de bromotimol" o el "rojo de metilo". Un grupo particular lo constituyen los elementos químicos cuyos nombres proceden del color de sus rayas espectrales características como el "indio" o el "cesio". Otras propiedades físicas como el sabor o el olor fueron empleadas para acuñar términos como "glucosa" o "bromo", respectivamente.

Al igual que en otras ciencias, otro recurso muy empleado en química para establecer neologismos son los epónimos. Muchos conceptos, leyes y unidades de la química tienen nombres que recuerdan sus descubridores, como muestra la tabla adjunta:

Algunos epónimos empleados en química

Nombre	Autor
Ley de Boyle-Mariotte	Robert Boyle (1627-1691) E. Mariotte (ca. 1620-1684)
Ley de Dulong-Petit (peso atómico/calor específico)	Pierre Dulong (1785-1838) Alex Petit (1791-1820)
Teoría de Brönsted-Lowry (ácido-base)	Johannes Brönsted (1879-1947) Thomas Lowry (1874-1935)
Principio de exclusión de Pauli	Wolfgang Pauli (1900-1958)
Principio de incertidumbre de Heisenberg	Werner Heisenberg (1901-1976)
Fuerzas de van der Waals	Johannes van der Waals (1827-1923)
Constante de Avogadro	Amadeo Avogadro (1776-1856)
Erlenmeyer (recipiente)	Richard A. Erlenmeyer (1825-1909)
Mechero Bunsen	Robert W. E. Bunsen (1811-1899)
Reacción de Diels-Alder	Otto Diels (1876-1954) Kurt Alder (1902-1958)

Mucho más característico del lenguaje químico es la presencia de términos que designan sustancias basados en los nombres de diversos cuerpos astronómicos. La tradición alquímica -ya señalada- ha dejado términos como "mercurio" a los que se unen otros muchos establecidos posteriormente siguiendo este criterio, como "uranio", "neptunio" y "plutonio" o "telurio" y "selenio". Otros términos están basados en nombres de lugar ("magnesio", "estroncio") o de personajes mitológicos como Tántalo ("tantalio"), "Níobe" ("niobio") o Thor ("torio").

Son muy numerosos los ejemplos de acrónimos o siglas en el lenguaje químico. Algunos son relativamente evidentes, como ocurre en el caso de ARN (ácido ribonucleico) o EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) pero, en casos como "mercaptano" o "aldehído", resulta más difícil su reconocimiento. El primero procede de la expresión latina "*corpus mercurium captans*" y fue propuesto por William Christopher Zeise (1789-1847) en el siglo XIX. Más sencillo resulta reconocer en el segundo diversos elementos de la expresión "*Alcohol dehydrogenatus*", de la que procede.

Estos ejemplos -y otros muchos que pueden fácilmente conseguirse- permiten iniciar una discusión acerca de las ventajas y desventajas de los diversos modos de nombrar sustancias: ¿Qué información se proporciona en cada caso? ¿Cómo puede ser empleada para acuñar nuevos términos? ¿Qué información resulta más interesante para reconocer y distinguir un compuesto químico?, etc. De este modo, el estudiante puede reflexionar sobre las razones que obligan a los químicos a establecer términos como "tetraoxosulfato (VI) de sodio" y las ventajas y los inconvenientes que presentan estos términos frente a otros modos de nombrar sustancias que han existido a lo largo de la historia.

III. Problemas en la terminología: sinonimia, polisemia y cambio de significado.

El estudio de los orígenes del vocabulario químico permite, además, identificar las principales razones por las que la terminología química presenta problemas tales como la sinonimia o la polisemia. Un mismo compuesto nombrado según criterios diferentes puede dar lugar a la aparición de dos sinónimos como "tungsteno" (del sueco *tung sten*, piedra pesada) o "wolframio" (del nombre del mineral wolframita). Muchos términos utilizados por los primeros cultivadores de la química tenían un significado ambiguo y podían designar lo que en la actualidad consideramos un gran número de sustancias diferentes. Un ejemplo es la expresión "*aqua fortis*" (agua fuerte), que hoy continuamos utilizando para designar el ácido nítrico, la cual fue empleada en otros momentos para nombrar también el "espíritu de vino" (alcohol) o la sosa caústica en disolución.

Otro problema relacionado con el carácter histórico de la terminología química es el cambio de significado que han sufrido los términos a lo largo del tiempo. Resulta fácil comprobar esta cuestión en palabras como "átomo", que fue acuñado por los primeros pensadores atomistas griegos, con el objetivo de designar las últimas partículas indivisibles que constituyen todas las cosas. Procede del prefijo griego "a-", que indica negación o privación, y la raíz también griega "tómos", que significa "parte". Desde el punto de vista etimológico, su significado es, por lo tanto, "sin partes" o "indivisible". A lo largo de los siglos, este término ha adquirido diferentes significados y en la actualidad es empleado para designar unas entidades físicas que, paradójicamente, ya no son consideradas indivisibles, sino constituidas por electrones, protones, neutrones y otras partículas subatómicas [METZGER (1947)]. Semejantes cambios de significado se han producido en el caso de términos como "elemento y compuesto", "análisis y síntesis" [OLDROYD (1973)], "radical orgánico" [NOEL (1981)] o "afinidad química" [DUNCAN (1981)].

Otro ejemplo conocido de cambio de significado es el término "oxígeno". Fue acuñado por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) que consideraba a este elemento como la causa de las propiedades ácidas de las sustancias, por lo que lo denominó "*principe acidifiant*" y, más tarde, "*principe oxygine*", a partir de raíces de origen griego. Algunos químicos contemporáneos de Lavoisier criticaron la etimología de este término y propusieron otros relacionados con otras propiedades del oxígeno, con el objetivo de evitar precisamente la estrecha relación entre este nombre y una teoría sobre la que existía controversia. Tras el descubrimiento de ácidos que no contenían oxígeno, sobre todo con los experimentos electroquímicos de Humphry Davy (1778-1829), las ideas de Lavoisier sobre la acidez fueron abandonadas pero el término se ha mantenido hasta nuestros días.

De modo semejante, términos que hacen referencia a diversas sustancias como "alcohol", "antimonio" o "butano" han cambiado de significado a lo largo del tiempo. Resulta interesante el caso de la palabra "butano" porque muestra las diferentes transformaciones que puede sufrir un término cuando pasa de la terminología científica al lenguaje popular o a la inversa. Procede del latín "*butyrum*" (mantequilla) porque fue acuñado por Eugène Chevreul (1786-1889) para designar al ácido graso presente en la manteca de la leche (ácido butírico). Con el desarrollo de la terminología orgánica en el siglo XIX, esta raíz fue empleada para designar a toda una familia de compuestos formados por una cadena de cuatro carbonos, entre los que se encontraba el "butano". Por su empleo con fines domésticos, esta palabra ha pasado a formar parte del lenguaje común y, además, ha servido para establecer expresiones como "color butano", cuyo significado apenas tiene relación con el que originalmente fue establecido en química. Términos semejantes a butano, como "fuerza" o "trabajo", que son empleados tanto en las terminologías científicas como en el lenguaje común, presentan notables problemas en la enseñanza científica. Los estudiantes deben aprender nuevos significados para

palabras que generalmente emplean en contextos diferentes al del lenguaje científico [SUTTON (1992), capítulo VIII]. Es evidente que el estudio de estos cambios de significado a lo largo del tiempo permiten reflexionar sobre estas cuestiones y contribuyen a aclarar algunos estos problemas.

IV. Normalizaciones terminológicas

La discusión de los anteriores problemas semánticos permiten también indagar las causas de las normalizaciones terminológicas. La sinonimia, la polisemia y el cambio de significado introducen problemas en la comunicación de información científica que sólo pueden ser superados mediante acuerdos internacionales respecto al uso de la terminología. En el caso de la química, la institución que se encarga actualmente de alcanzar acuerdos en este sentido es la IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*). Al igual que los acuerdos que se logran en la actualidad, los conseguidos en el pasado reflejan la situación de la química en un momento histórico determinado, los problemas teóricos y prácticos vigentes y los intereses de los participantes en la normalización terminológica.

Dejando al margen otros intentos anteriores de reforma del vocabulario químico [SMEATON (1954)], la primera normalización importante cristalizó en los años finales del siglo XVIII, a raíz de la publicación del *Méthode de nomenclature chimique* realizado por Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), Antoine Fourcroy (1755-1809) y Claude Louis Berthollet (1748-1822) [BENSAUDE-VINCENT (1983); GAGO (1994)]. Esta reforma se realizó en el marco de la llamada "revolución química", cuyo alcance y consecuencias sigue siendo objeto de debate entre los historiadores de la química [DONOVAN (1988), BRET (1995)]. Muchos historiadores coinciden, sin embargo, en que durante estos años se consolidó un nuevo concepto de composición química, que aparece reflejado en las nuevas propuestas terminológicas. Estas propuestas recogen la definición de "sustancia simple" formulada por Antoine Lavoisier, basada en el criterio de considerar como "simples todas las sustancias que no se habían podido descomponer". Tal distinción entre sustancias simples y compuestas permitió establecer nombres claramente diferentes para ambos tipos de sustancias. En el *Méthode de nomenclature chimique* las sustancias simples son designadas con un nombre único, sin dar mucha importancia al criterio empleado para acuñarlo. De este modo aparecen términos formados según las propiedades químicas del elemento (oxígeno, hidrógeno), otros acuñados a partir del nombre del mineral de procedencia (tungsteno) y nombres que procedían de la alquimia (mercurio). Los autores del *Méthode* apenas prestaron atención a estos nombres de los elementos, que, en general, continuaron siendo los que habían sido tradicionalmente empleados hasta ese momento.

Todo lo contrario ocurrió con los términos empleados para designar las sustancias compuestas cuyo número era, en ese momento, muy superior al de las sustancias simples. Las sustancias compuestas fueron designadas mediante nombres binarios, en los que se utilizaban las raíces de los nombres de los elementos para indicar la composición química. De ese modo, una sustancia que hasta la fecha había sido designada con nombres como "*arcanum duplicatum*" o "*sal polychrestum Glaseri*" pasó a denominarse "sulfato de potasa". Este método permitió además de la eliminación de múltiples sinónimos empleados para una misma sustancia, el establecimiento de un criterio único, la composición química, para nombrar las sustancias compuestas, el cual era aplicable tanto a compuestos conocidos como a los que se descubrieron más adelante.

Otro problema que trataron de solucionar los autores de este *Méthode* fueron los términos

utilizados para designar sustancias compuestas con idénticos elementos pero presentes en diferente proporción. En este caso, el empleo de términos en los que se indicaba solamente los elementos del compuesto no era suficiente puesto que, bajo un mismo nombre, se ocultaban sustancias con propiedades químicas muy diversas. Por ejemplo, el uso del término "óxido de cobre", en el que sólo se indica la composición química de este compuesto, provoca cierta confusión puesto que puede ser aplicado tanto a un sólido de color rojo como a un polvo negro oxidante. Para solucionar este problema, los autores del *Méthode* introdujeron diversos sufijos que permitían informar sobre la proporción de los elementos en el compuesto. De este modo, propusieron el término "ácido sulfúrico" para un compuesto de "azufre saturado de oxígeno" y para sus sales el nombre genérico de "sulfatos". Por su parte, el "ácido sulfuroso" designaba un compuesto de "azufre unido a una cantidad menor de oxígeno"; sus sales se denominaron "sulfitos".

El *Méthode de nomenclature chimique* fue recibido de diverso modo por los diferentes grupos interesados en la química en cada uno de los países europeos. [BENSAUDE-VINCENT-ABBRI (1995)]. Algunos químicos llegaron incluso a elaborar una propuesta nueva para la reforma de la nomenclatura química, como la que presentó en 1787 -el mismo año de publicación del *Méthode*- el profesor de química de la Universidad de Louvain, Karel van Brochaute. Por su parte, Joseph Priestley (1733-1804), que nunca aceptó las nuevas ideas de Lavoisier sobre la combustión, rechazó también la mayor parte de los nuevos términos por considerar que estaban basados en "principios ... no suficientemente establecidos". Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la nueva nomenclatura fue aceptada con diversos matices, en ocasiones por autores no claramente partidarios de las nuevas ideas sobre la combustión defendidas por Lavoisier. Términos como "azote" fueron rechazados por algunos autores y en su lugar se propuso el de "nitrógeno", que fue aceptado en diversas lenguas europeas. Los autores que tradujeron esta terminología al castellano, inglés o italiano siguieron el consejo de los autores del *Méthode* y adaptaron los términos de origen griego a su ortografía. Los traductores alemanes, por el contrario, decidieron emplear raíces procedentes de su propia lengua y, de ese modo, acuñaron términos como "Sauerstoff" o "Wasserstoff" que tienen un significado semejante a "oxígeno" o "hidrógeno". Del mismo modo, los traductores suecos establecieron los términos "syre", a partir de "syra" (ácido) y "väte", procedente de "vatten" (agua), mientras que los traductores polacos acuñaron "kwasorod", a partir de la palabra "kwas" (ácido), y "wodorod", que contiene la raíz de "woda" (agua). Aunque en otras lenguas el término "oxígeno" fue finalmente aceptado, diversos autores realizaron críticas y nuevas propuestas para nombrar a este elemento. Uno de estos autores fue el cirujano español Juan Manuel de Aréjula (1755-1830) que escribió en 1788 unas *Reflexiones sobre la Nueva nomenclatura química*, donde propuso el término "arxicayo" (principio de la combustión) para sustituir al de "oxígeno", que consideraba incorrecto. Como apoyo a su propuesta, Aréjula señalaba que no estaba todavía demostrado que todos los ácidos contuvieran oxígeno y que, además, se conocían "muchos cuerpos... combinados con el oxígeno, sin ser, ni poder llegar a ser ácidos" [GAGO-CARRILLO (1979)]. Estos ejemplos muestran que el estudio de la historia del *Méthode de nomenclature chimique* permite no sólo conocer las bases de la terminología química inorgánica sino también aclarar determinadas cuestiones relacionadas con la transmisión de la ciencia y el establecimiento de consensos en las comunidades científicas.

La nomenclatura binomial desarrollada por los autores del *Méthode* apenas pudo ser empleada para designar los compuestos que hoy denominamos orgánicos. Al contrario de lo que ocurre con la mayor parte de los inorgánicos, las sustancias del reino vegetal y mineral orgánicos están compuestas de un número limitado de elementos combinados en una gran variedad de proporciones. La aparición

de una terminología adaptada a estas características sólo se produjo con la consolidación de la química orgánica como especialidad química, con revistas e instituciones propias, especialmente durante la segunda mitad del siglo XIX. Antes de que esto ocurriera, los nombres de muchos compuestos orgánicos fueron acuñados de acuerdo con criterios ya descartados en química inorgánica como el origen de la sustancia ("estricnina", "quinina", "ácido fórmico") o su acción terapéutica ("morfina"). Desde nuestra perspectiva actual, podemos afirmar que para establecer una terminología sistemática de los compuestos orgánicos era necesario conocer con precisión lo que hoy denominamos fórmula empírica, fórmula molecular y estereoquímica de las moléculas orgánicas. Aunque todos estos conceptos no fueron suficientemente aclarados hasta las décadas finales del siglo XIX, resulta interesante emplearlos para discutir con los estudiantes algunos de los problemas que tenían planteados los químicos de este período. El conocimiento de la proporción de los diferentes átomos de cada elemento presentes en un compuesto (fórmula empírica) estaba ligado no sólo a un refinamiento del análisis químico, sino también a la obtención de una adecuada tabla de pesos atómicos de los elementos y la diferenciación entre peso atómico y peso equivalente, lo que no se produjo hasta la segunda mitad del siglo XIX.

Además de conocer la proporción relativa de los diversos elementos en el compuesto, para nombrar las moléculas orgánicas como se realiza en la actualidad es necesario conocer la fórmula molecular. Como prueba de las dificultades que puede ocasionar este desconocimiento, es suficiente recordar que la fórmula empírica "CH" puede referirse a compuestos tan diferentes como el benceno (C_6H_6) o el etino (C_2H_2), mientras que la fórmula empírica CH_2 es perfectamente aplicable al etileno (C_2H_4) y sus polímeros y al ciclohexano (C_6H_{12}). Una terminología basada únicamente en la fórmula empírica no permitiría diferenciar entre estos compuestos como se hace en la actualidad.

La distinción de los diversos compuestos orgánicos exige además un conocimiento de la estereoquímica de las moléculas. Un estudiante puede fácilmente calcular que la fórmula $C_5H_{11}OH$ corresponde a 8 isómeros espaciales diferentes. Si alargamos la cadena carbonada a 10 carbonos ($C_{10}H_{21}OH$) el número asciende a 507 y con 20 carbonos ($C_{20}H_{41}OH$) el número de isómeros llega a más de 5 millones. Debido a estas dificultades, la obtención de una terminología de la química orgánica semejante a la actual no se produjo hasta finales del siglo XIX.

El proceso de normalización de la terminología de la química orgánica culminó con la *Conferencia Internacional de Ginebra para la Reforma de la Nomenclatura Química*, celebrada en 1892. Los treinta y cuatro participantes, representantes de diversos países europeos, concentraron todo su esfuerzo en la nomenclatura orgánica, la parte de la terminología química que más problemas presentaba. Entre las sesenta resoluciones adoptadas, una de las más importantes fue la adopción del sistema de nomenclatura "sustitutiva" para nombrar las diferentes clases de compuestos orgánicos. El nombre del compuesto se formaba mediante una raíz que indicaba la longitud de la cadena carbonada, considerada como la estructura base, a la que se añadían diversos sufijos y prefijos que indicaban las "sustituciones" en la molécula considerada como inicial. Se acordó el uso de los numerales griegos para designar la longitud de la cadena, con la excepción de los cuatro primeros que mantuvieron las raíces "met", "et", "prop" y "but". Para señalar las insaturaciones en la cadena carbonada se aprobó el empleo de los sufijos "-an", "-en" e "-in". También se acordaron criterios para indicar las ramificaciones y el empleo del prefijo "ciclo-" para designar las cadenas cíclicas. Una vez llegado a un acuerdo respecto al nombre de los derivados hidrocarbonados, el Congreso trató de alcanzar un consenso respecto a los sufijos y prefijos utilizados para designar los otros grupos de compuestos considerados como derivados de las correspondientes cadenas hidrocarbonadas. De este modo, se propuso el empleo del sufijo "-oxi"

para designar a los éteres, "-oic" para los ácidos, "-al" para los aldehídos, "-ona" para las cetonas y "-ol" para los alcoholes. Aunque se dedicó poco tiempo al estudio de los compuestos aromáticos, fruto de este congreso fue la adopción de los términos "benceno" y "naftaleno" y el uso de prefijos de origen griego como "orto-", "meta-" y "para-" y los localizadores "1" al "6" para designar las posiciones relativas de los derivados disustituídos del benceno, tal y como había sido propuesto anteriormente por William Körner (1839-1925) y August Kekulé (1829-1896). Las reglas de Ginebra de 1892, como más tarde se conocieron, pueden considerarse como la primera de las normalizaciones importantes de la terminología química orgánica [VERDAKE (1985)].

V. Terminología química actual: normas en constante transformación.

Muchas de las características de la terminología química inorgánica y orgánica proceden de las normalizaciones terminológicas que han sido comentadas. En este siglo, se han introducido, sin embargo, numerosas modificaciones y ampliaciones, dado que el número de compuestos químicos conocido ha crecido enormemente, desde alrededor de 100.000 a principios de siglo hasta más de 15 millones en la actualidad [SCHUMMER (1997)]. Desde 1919, la *International Union of Pure and Applied Chemistry* coordina los trabajos terminológicos, a través de diversas comisiones, y publica cada cierto tiempo nuevas normas y correcciones de las anteriores [FENNELL (1994)]. Tras comprender las causas que producen estos constantes cambios, puede entenderse mejor las razones de, por ejemplo, la coexistencia en la enseñanza de varios métodos de nombrar sustancias inorgánicas. Un estudiante que accede a los primeros cursos de una carrera universitaria científica suele estar familiarizado con la "nomenclatura tradicional", que difiere poco de la propuesta por los autores del *Méthode de nomenclature*, la "nomenclatura de Stock", denominada así por su creador Alfred Stock (1876-1946), y, en ocasiones, con la más reciente "nomenclatura sistemática". Estas diferentes propuestas no son más que el reflejo de la constante adaptación de las normas terminológicas al rápido crecimiento del número de compuestos conocidos.

En química orgánica, han sido establecidos un gran número de modos de nombrar sustancias a lo largo de este siglo, para adaptar sus nombres a sus características. Además de las nomenclaturas por sustitución (por ejemplo, "metanol") o radical-funcional (alcohol metílico), también se emplean la nomenclatura conjuntiva (ciclohexanometanol), la nomenclatura por sustracción (norpinano), la nomenclatura por adición (1,2,3,4-tetrahidronaftaleno), la nomenclatura por reemplazamiento (2,5,8,11-tetraoxatridecano) y la nomenclatura por copulación de unidades idénticas (2,2'-bipiridina) [RIGAUDY (1994)]. Al contrario de lo ocurre con las anteriores nomenclaturas inorgánicas, muchos de estos modos de nombrar no se han incorporado a la enseñanza de la química general. Las causas de esta ausencia no pueden ser atribuidas a la modernidad de estos criterios puesto que algunos tuvieron su origen en el siglo XIX. Tal es el caso del método ideado a finales del siglo XIX por A. R. Hantzsch (1857-1935) y O. Widman (1852-1930) para designar diversos heterociclos, que fue desarrollado más adelante por Austin M. Patterson, editor de la revista *Chemical Abstracts*, y recogido en las reglas de Lieja de 1930. Hoy suele denominarse "nomenclatura por reemplazamiento" o de Hantzsch-Widman y consiste en el empleo los prefijos "aza-" (nitrógeno), "oxa-" (oxígeno) y "tia-" (azufre), entre otros, para indicar los heteroátomos presentes en una estructura carbonada. Hemos comprobado en nuestros cursos que resulta sencillo ofrecer una pequeña introducción a este modo de nombrar compuestos orgánicos, con el fin de que los estudiantes puedan familiarizarse con métodos de nomenclatura

diferentes a los que habitualmente conocen (sustitución, radical-funcional). De este modo, tratamos de centrar su atención alrededor de las razones que conducen a establecer un determinado término, más que en una lista particular de normas de nomenclatura. También hemos tratado de fomentar y de alentar el uso de diccionarios y otras obras de consulta, algunas de las cuales -como las ediciones de normas de la IUPAC- presentan ciertas dificultades de uso.

Conclusiones

A lo largo de estas páginas hemos tratado de ilustrar con diversos ejemplos las posibilidades que ofrece una perspectiva histórica en la enseñanza de la terminología química. Hemos pretendido mostrar, en primer lugar, que la terminología química, por ser el resultado de un largo proceso histórico y por contener numerosas referencias a las épocas, culturas y lenguas que han contribuido a su constitución, es un excelente instrumento para el estudio de una infinidad de capítulos de la historia de la química. Hemos comprobado que a través de términos como *alambique* o *alcohol* pueden estudiarse cuestiones como la transmisión del saber clásico a Occidente o la llamada ciencia árabe, temas centrales de la historia de la ciencia que suelen muy raramente discutirse en las aulas. El término *oxígeno* ha sido un ejemplo del modo en que puede estudiarse el origen y evolución de conceptos y teorías químicas, en este caso de tanta importancia como los conceptos de elemento y de compuesto o la teoría de la combustión. Además de poder acceder a un conocimiento más preciso de la historia de la química, el estudio de la terminología química puede servir para superar algunas imágenes simplistas y equivocadas de la ciencia, en particular algunas relacionadas con las características y función del lenguaje científico y el carácter social de la ciencia.

Además de estos posibles usos de la terminología química como instrumento para adentrarse en la historia de la química, este escrito contiene diversas sugerencias sobre el modo en que puede abordarse la enseñanza de la terminología química. En primer lugar, hemos presentado la terminología química como el instrumento básico de la comunicación científica: sólo tras comprender las características principales de la comunicación científica puede entenderse cuál es la función que debe cumplir la terminología química y qué requisitos debe reunir para cumplir correctamente con dicha función. A través del estudio de las fuentes del vocabulario químico -las lenguas y las tradiciones que han contribuido a su formación- y de los criterios que se han utilizado a lo largo de la historia para dar nombre a las sustancias químicas -propiedades físicas, composición, acrónimos y siglas, epónimos, etc.- hemos podido comprender el origen de los fenómenos semánticos -sinonimia, polisemia y cambio de significado- que afectan a la terminología química. Estos ejemplos históricos permiten promover la reflexión acerca de los criterios empleados para nombrar compuestos químicos y sobre las ventajas y desventajas de los empleados en la actualidad. Además, el estudio de los cambios de significado que han sufrido determinados términos químicos, junto con una aproximación a determinados aspectos de la historia de la química, permite reflexionar sobre procesos semejantes que están relacionados con el aprendizaje de la terminología científica. Las propuestas de normalización surgidas a lo largo de la historia constituyen intentos de solucionar los problemas que tales fenómenos semánticos suponen para la comunicación. Estos problemas y sus correspondientes soluciones fueron diferentes en cada época porque también lo fueron las necesidades impuestas por la comunicación científica y la situación institucional de la química. Finalmente, el estudio histórico de dichas propuestas de normalización del vocabulario químico permite comprender mejor los principios en los que se basa nuestro sistema actual

de nomenclatura, la coexistencia de varios métodos especialmente adaptados a diferentes tipos de sustancias y el carácter dinámico que sigue teniendo el vocabulario químico.

Tanto desde un punto de vista como de otro, considerando la terminología química bien como una ventana desde la que asomarse a la historia de la química, bien como objeto de estudio en sí mismo, este tema se revela especialmente útil para la realización de toda una serie de actividades prácticas que comportan el uso de ciertas obras de consulta, desde diccionarios hasta libros de texto de química, y el desarrollo de determinados hábitos de trabajo intelectual, no siempre fáciles de introducir en las aulas de ciencias.

La terminología química permite mostrar, una vez más, el interés que las investigaciones sobre la historia de la ciencia tienen en el desarrollo de aspectos teóricos y prácticos de la didáctica de la ciencia. A pesar de los numerosos trabajos ya publicados sobre esta cuestión, creemos que el intercambio de ideas y experiencias entre ambas disciplinas debe continuar y potenciarse todavía más, puesto que aún quedan muchas cuestiones sin explorar en los que este contacto puede ser de gran utilidad mutua.

Bibliografía citada

BENSAUDE-VICENT, B. (1983), *A propos de Méthode de nomenclature chimique: Esquisse historique*, Paris, CNRS, 36 + 252 p.

BENSAUDE-VINCENT, B.; ABRI, F. (eds.) (1995), *Lavoisier in European Context: Negotiating a new Language of Chemistry*, Canton, Science History Publications, 302 p

BERETTA (1993), M., *The Enlightenment of Matter. The Definition of Chemistry from Agricola to Lavoisier*, Science History Publications, 396 p.

BRET, P. (ed.) (1995), Débats et chantiers actuels autour de Lavoisier et de la révolution chimique, *Revue d'histoire des sciences*, XLVIII (1/2), 1-207. [Incluye una interesante bibliografía realizada por P. BRET, "Trois décennies d'études lavoisiennes. Supplément aux bibliographies de Duveen", *ibid.*, pp. 169-207.]

CROSLAND, M.P. (1962), *Historical Studies in the Language of Chemistry*, London, Melbourne and Toronto, 405 p.

DEAR, P.(ed.) (1991), *The Literary Structure of Scientific Argument*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

DUCAN, A.M. (1981), "Styles of language and modes of chemical thought", *Ambix*, 28, 83-108.

DONOVAN, A. (ed) (1988), "The Chemical Revolution: Essays in Reinterpretation", *Osiris*, 4, 1-236.

FENNELL, R. W. (1994) *History of IUPAC*, Blackwell Science Ltd.

FLOOD, W.E. (1963), *The Origins of Chemical Names*, London, Oldbourne Book Co. Ltd., 238 p.

GAGO, R.; CARRILLO, J.L. (1979), *La introducción de la nueva nomenclatura química y el rechazo de la teoría de la acidez de Lavoisier en España*. Málaga Universidad, VII + 92 p. [Edición facsímil de las *Reflexiones sobre la nueva nomenclatura química* de Juan Manuel de Aréjula]

GAGO, R. (ed.) (1994), *Método de la nueva nomenclatura química de M.M. Morveau, Lavoisier, Bertholet, Fourcroy traducido al castellano por Pedro Gutiérrez Bueno. Estudio preliminar de ...*, Madrid, Fundación Ciencias de la Salud, D.L.

GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (en pub.), *Introducción histórica a la terminología química*, Valencia.

- GROSS, A. (1990), *The Rhetoric of Science*, Cambridge, Harvard University Press, 248 p.
- IFRAH, G. (1994), *Histoire universelle des Chiffres*, Paris, Robert Laffont, 2 vols. [trad. cast. Madrid, Espasa-Calpe, 1997].
- LOCKE, D. (1992), *Science as writing*, New Haven, Yale Univ. Press, 237 p. [trad. cast. Valencia, Universitat de València-Càtedra, 1997].
- NOEL, Y. (1981), "Le terme *radical* en chimie. Un survol de ses emplois, à partir de 1785", *Histoire du Vocabulaire Scientifique*, 17, 31-40.
- METZGER, H. (1947), "Projet d'article pour un vocabulaire historique. Atome.", *Revue d'histoire des sciences*, 1, 51-62.
- MYERS, G. (1990), *Writing biology: Texts in the social construction of scientific knowledge*, Madison, University of Wisconsin Press, 304 p.
- PERA, M. (1991), *Scienza e retorica*, Roma-Bari, Laterza, 1008 p.
- RIGAUDY, J. (Ed.) *Nomenclature of organic chemistry. Sections A, B, C, D, E, F and H. International Union of Pure and Applied Chemistry / Commission on the Nomenclature of Inorganic Chemistry. 4. ed., repr.*, Oxford, Pergamon, 1990, xix + 559 p. [trad. cast. Madrid, CSIC, 1987 y trad. catalana, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 1988].
- SCHUMMER, J. (1997), Scientometric Studies on Chemistry I: The Exponential Growth of Chemical Substances, *Scientometrics*, 39 (1), 107-130.
- SUTTON, C. (1992), *Words, science and learning*, Buckingham, Open University Press, 118 p.
- SUTTON, C. (1994), "'Nullius in verba' and 'nihil in verbis': public understanding of the role of language in science", *British Journal for the History of Science*, 27 (92), 55-65.
- TRAVER I RIBES, M.J. (1996), *La història de les ciències en l'ensenyament de la física i la química*, Valencia, Tesi doctoral, 385 p.

Los autores

JOSE RAMON BERTOMEU SANCHEZ

Departamento de
Historia de la Ciencia y Documentación
Facultad de Medicina
C/Blasco Ibañez, 17
46010-VALENCIA
Tf. (96) 3864164
e-mail: Jose.R.Bertomeu@uv.es

ANTONIO GARCIA BELMAR

Departamento de Salud Pública e Historia de la Ciencia
Universidad de Alicante
e-mail: Antonio.Garcia@uv.es

García Belmar, A.; Bertomeu Sánchez, J.R. Lenguaje, ciencia e historia:..., *Alambique*, 17 (1998), 20-37.