



## Nombrar, definir y delimitar: Modesto Bargalló y la terminología química (1947-1973)

*Naming, defining and shaping: Modesto Bargalló and the chemical terminology (1947-1973)*

Luis Moreno Martínez<sup>1</sup>

Recepción: 2020-05-24

Aceptación: 2020-07-21

### Resumen

Modesto Bargalló (1894-1981) fue una figura destacada de la educación química del siglo XX en España y México. A partir del estudio inédito de sus numerosas contribuciones a la terminología química en el periodo 1947-1973, el presente artículo indaga en el papel activo de la enseñanza en los debates sobre la nomenclatura y definición de los conceptos químicos y en sus implicaciones epistemológicas. El análisis realizado ha mostrado la relevancia de los fenómenos semánticos en la toma de decisiones sobre terminología química con fines didácticos y las profundas relaciones entre nombrar la materia y delimitar las disciplinas científicas que la estudian.

### Palabras clave

Historia de la química, educación química, terminología científica, lenguaje químico, Modesto Bargalló

### Abstract

Modesto Bargalló (1894-1981) was an outstanding figure of the twentieth-century chemistry education in Spain and Mexico. Starting from the unprecedented study of his numerous contributions to chemical terminology between 1947 and 1973, this paper explores the active role of teaching in the debates about naming and defining the chemical concepts and its epistemological implications. The analysis has pointed out the importance of semantic phenomena with respect to the decisions about chemical terminology with didactic purposes, and the deep relations between naming matter and shaping scientific disciplines.

### Keywords

History of chemistry, chemistry education, scientific terminology, chemical language, Modesto Bargalló

<sup>1</sup> Doctor en Didáctica de las Ciencias y en Estudios Históricos y Sociales sobre Ciencia. Su investigación sobre Modesto Bargalló en España fue financiada por una beca de la Fundación Juanelo Turriano. Su investigación sobre la obra de Bargalló en México fue desarrollada durante una estancia de investigación en el DIE-Cinvestav en el marco de una Beca de Excelencia Postdoctoral concedida por el Gobierno de México. Contacto: [luis.moreno@colegiovelazquez.es](mailto:luis.moreno@colegiovelazquez.es)

## Introducción

El 5 de marzo de 1956, el célebre químico nortamericano Linus Pauling -quien había sido galardonado con el Premio Nobel de Química tan solo dos años antes- escribía al profesor Modesto Bargalló, entonces docente en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Además de agradecerle el envío de un ejemplar de su obra *La Minería y la Metalurgia en la América Española durante la Etapa Colonial*, Pauling le felicitaba en la carta por su disertación sobre por qué debía denominarse «eritronio» al elemento de número atómico 23, en claro homenaje a los trabajos del químico español Andrés Manuel del Río, cuya obra Pauling juzgó como excepcional a tenor de las informaciones proporcionadas por Bargalló. El mismo Pauling expresó en aquella carta la pertinencia de que la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) adoptase el nombre de «eritronio» para el conocido como «vanadio».<sup>1</sup> Una cuestión todavía hoy recurrente en el seno de la comunidad química (Pinto Cañón, 2020).

Las cuestiones de prioridad o controversias en torno a la denominación de los elementos químicos, como la ilustrada en el caso anterior, suelen ser una de las escasas ocasiones en las que la terminología química es presentada en los materiales educativos desde una mirada histórica. Por el contrario, en manuales y libros de texto, cuestiones terminológicas como la nomenclatura química suelen introducirse como una mera aplicación algorítmica de recomendaciones (de la IUPAC) asimiladas a normas. Por el contrario, la literatura académica en el ámbito de la historia y la filosofía de la ciencia de los últimos años ha mostrado una mayor riqueza, diversidad y potencial analítico de las discusiones sobre terminología científica.

En el ámbito de la química, los historiadores de la ciencia han puesto de manifiesto que nombrar la materia constituye un ejercicio complejo que hunde sus raíces en tiempos muy lejanos al marco normativo y disciplinar actual. Al mismo tiempo, han subrayado la relevancia de fenómenos semánticos como la sinonimia (relación de igualdad entre los significados de dos o más palabras), la polisemia (fenómeno por el que una misma palabra encierra varios significados) o el carácter cambiante en el tiempo de los significados de un mismo concepto en las decisiones en torno a cuestiones terminológicas en ciencia (García Belmar y Bertomeu Sánchez, 1999; Bertomeu Sánchez, 2017). Asimismo, han mostrado que analizar las cuestiones terminológicas ligadas a un determinado contexto histórico permite aproximarnos al proceso de transformación e incorporación de saberes anteriores. Como se abordará, la mayor parte de las discusiones terminológicas que se discuten en el presente trabajo se inscribieron en las décadas de 1950 y 1960. Sin embargo, la mayoría de términos y definiciones consideradas en tales discusiones no obedecían tanto a las emergentes cuestiones químicas de esta época, sino que estuvieron ligadas a contextos y problemáticas anteriores. Así, en términos de la periodización propuesta por Chamizo (2017), encontraremos un predominio de términos y definiciones vinculados a la tercera revolución química (centrada en la fisicoquímica) de principios de siglo XX, en lugar de los propios de la cuarta revolución química (centrada en la química cuántica, instrumental y biológica) del periodo 1940-1960. Se trata de un aspecto ampliamente asumible dentro de las continuidades inherentes al desarrollo histórico de las ciencias y de los dilatados mecanismos de circulación de saberes entre el laboratorio y el aula. Las discusiones terminológicas que protagonizan estas líneas responden a las cavilaciones de un profesor de química con una dilatada tradición docente en España, su país de origen, y México, país donde se exilió en 1939: el profesor Modesto Bargalló Ardévol (Sabadell, 1894- México D. F., 1981). Pese a tratarse de un actor clave en la renovación

<sup>1</sup> Carta de Linus Pauling a Modesto Bargalló, 5 de marzo de 1956. Archivo de Linus Pauling, Universidad de Oregón. Disponible en: <http://scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/calendar/1956/03/9-xl.html>.

de la educación científica del magisterio en España durante el primer tercio del siglo XX y de una figura destacada de la educación química mexicana de mediados de siglo, sus contribuciones a la terminología química no habían sido objeto de estudio hasta la fecha. Es por ello que el primer objetivo del presente trabajo ha sido la recuperación de sus diversas reflexiones sobre el lenguaje químico. A través de varios ejemplos destacados, vinculados a diferentes fenómenos semánticos, se abordan los otros dos objetivos de investigación.

El segundo objetivo de la presente investigación ha sido analizar el papel activo que desempeñó la educación química en el marco de las cuestiones terminológicas en el periodo 1947-1973, en el cual se inscriben los trabajos de Bargalló sobre terminología química y sus implicaciones didácticas. Este objetivo nace de una prolífica literatura académica que en los últimos años ha consolidado los estudios históricos sobre ciencia en las aulas como área de investigación (Bertomeu Sánchez, 2016). Dichos estudios han permitido cuestionar la concepción difusionista de la enseñanza de las ciencias como un mero ejercicio de transmisión de saberes, para asumir la misma como un proceso de transformación de los mismos bajo el efecto de múltiples agentes.

El tercer objetivo de este trabajo ha sido indagar en las implicaciones epistemológicas de los debates sobre terminología química. Esto es, lo que el propio profesor Bargalló definió, parafraseando a su colega argentino Carlos E. Prélat, como «la química pensándose a sí misma, repensándose» (Bargalló, 1965a, p. 248). En este punto cabe destacar la necesidad de este tipo de miradas a la filosofía de la química por haber sido esta una de las áreas más desatendidas en los grades debates filosóficos sobre ciencia del siglo XX (Labarca, 2016), constituyendo un ámbito de estudio en auge en la actualidad. Como veremos, las reflexiones sobre terminología química realizadas por Bargalló llevaron implícitas y explícitas una serie de implicaciones sobre las lindes entre disciplinas como la química y la física o la delimitación de una subdisciplina entre ambas, la quimicofísica o fisicoquímica. Si asumimos la concepción de disciplina científica de Mary Jo Nye (1993) como un país propio cuyos integrantes comparten un lenguaje, instituciones, espacios y otros elementos -concepción de clara evocación geopolítica- es posible asumir la existencia de migraciones entre diferentes «disciplinas-países». Estas migraciones intelectuales entre disciplinas son centrales en el desarrollo de subdisciplinas que se configuran precisamente en la frontera entre terrenos disciplinares, existiendo una «fertilización cruzada» entre los mismos (Gavroglu y Simoes, 2016, p. 76). Como se mostrará, la educación química proporcionó a Bargalló un marco privilegiado para reflexionar sobre las «fertilizaciones cruzadas» que definían el fenómeno fisicoquímico respecto al fenómeno físico y químico, otorgándole a la fisicoquímica un «país propio» en la enseñanza. A fin de acometer los tres objetivos anteriores, es necesario transitar previamente por la vida y la obra del actor histórico que nos permitirá abordarlos, del cual se ofrece un sucinto apunte biográfico a continuación.

### **Modesto Bargalló (1894-1981): «dos vidas» dedicadas a la enseñanza**

Desde la publicación de sus artículos sobre las definiciones de elemento químico y la propuesta del término «hílico» en lugar de «isótopo» en *Ciencia* en 1947 (Bargalló, 1947a, 1947b) hasta su libro recopilatorio publicado en 1973 (Bargalló, 1973); las reflexiones epistemológicas sobre terminología química con fines didácticos tuvieron un papel destacado en la obra de Modesto Bargalló en México. Desde su llegada al puerto de Veracruz en la mañana del 13 de junio de 1939 a bordo del Sinaia hasta su fallecimiento en Ciudad de México el 1 de julio de 1981, Bargalló desarrolló una amplia carrera en el ámbito de la historia y la enseñanza de la química en México (Garritz y Valdez, 2008; Garritz *et al.*, 2013). Esta labor se materializó en una amplia producción impresa, incluyendo varios artículos en la revista *Ciencia* (de cuyo consejo de redacción fue

parte integrante), la *Revista de la Sociedad Química de México* y varios manuales. Este aspecto, unido a su dilatada tradición docente en España (Moreno Martínez, 2021a), permite comprender que el propio Bargalló señalase a la enseñanza como «la profesión más querida, la única que he profesado en mi vida y que ha sido el eje de ella» (Bargalló, 1973, p. 534).

En España la labor docente de Bargalló se inscribió en el ámbito de la docencia normalista formando en ciencias a más de una veintena de generaciones de maestros de escuela primaria. Junto a este quehacer, desarrolló una intensa labor como autor de manuales y artículos; como traductor de varios textos científicos, como los *Elementos de Química* de Wilhelm Ostwald; y como editor, fundando una de las primeras revistas en España dedicada a la didáctica y la historia de la ciencia: *Faraday* (Moreno Martínez, 2021b). Todas estas facetas fueron de gran interés para su ulterior trayectoria profesional en México, donde desarrolló mayoritariamente su quehacer docente en el Instituto Politécnico Nacional. Tras un intento fallido de formación de un centro escolar y habiendo pasado por las aulas del Colegio Luis Vives como docente; Bargalló se desempeñó como profesor de las Escuelas Vocacionales 1 y 3 entre 1940 y 1954 (Bargalló, 1973, p. X) y, desde 1945 hasta su jubilación en marzo de 1972, como profesor de química en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (García Bernal, 2014, p. 140). Si en España su labor docente se inscribió en la enseñanza de las ciencias en un sentido amplio, en México su quehacer docente cobró un carácter más específico estando mayoritariamente restringido a la enseñanza media y superior de la química.

Si bien no se nacionalizó mexicano y sin ser químico de formación en sentido estricto, Bargalló logró una notoria visibilidad en la comunidad química mexicana. Muchas de sus preocupaciones sobre la terminología química fueron presentadas en congresos como el Congreso Científico Mexicano de México D.F. de 1950 (Bargalló, 1973, p. XI), el II Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada celebrado en Monterrey en 1967 (Bargalló, 1973, p. 12), el III Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada de 1968 en Guadalajara (Jalisco) (Bargalló, 1973, p. 15) y el VII Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada celebrado en la ciudad de Morelia en 1972 (Bargalló, 1973, p. 20). También participó en 1967 en la presentación de una serie de propuestas a la traducción de términos técnicos publicados por la IUPAC que habían sido traducidos al castellano por el Departamento de Química del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Bargalló, 1973, p. 26). Asimismo, Bargalló presentó sus reflexiones terminológicas en otras reuniones científicas del ámbito latinoamericano, como el VII Congreso Latinoamericano de Química celebrado en México D.F. en 1959 (Bargalló, 1973, p. XI); o el IX Congreso Latinoamericano de Química celebrado en Puerto Rico en 1965 (Bargalló, 1973, p. 6).

La implicación de Bargalló en los debates terminológicos sobre química superó las lindes de la comunidad química latinoamericana. Así, poco después de que Bargalló publicase en *Ciencia* un artículo sobre cuestiones terminológicas que incluía la recomendación del término «hírido» en sustitución de «isótopo» (Bargalló, 1947a), el destacado químico norteamericano Truman P. Kohman de la Universidad de Chicago propuso en una nota publicada en *American Journal of Physics* el término «núclido» en sustitución de «isótopo». Bargalló respondió desde *Ciencia* señalando las ventajas etimológicas y la menor ambigüedad de «hírido» frente a «núclido», a lo que Kohman respondió por correspondencia señalando que le alegraba saber que otros científicos compartían las limitaciones del término «isótopo» (Bargalló, 1947b). Poco después, Bargalló sintetizaba en otro artículo en *Ciencia* las diferentes propuestas de definición de «hírido» («hylide») y de «núclido» («nuclide»), invitando a «cuantos colegas se ocupen en terminología científica» a examinar la utilidad de ambas propuestas y comprobar «el acierto o el desacierto» de las mismas (Bargalló, 1948b, p. 263). Esta preocupación por la terminología química y sus implicaciones didácticas se encuentran profundamente imbricadas con su labor de investigación en historia de la química,

ámbito en el que logró un destacado reconocimiento al convertirse en 1977 en el primer español galardonado con el *Dexter Award* de la división de Historia de la Química de la *American Chemical Society*. Su trayectoria profesional se revela así como un entramado de reflexiones y contribuciones a la historia y la enseñanza de la química, donde ocupó un lugar especial la terminología química.

### Contribuciones de Modesto Bargalló a la terminología química

Los debates terminológicos fueron una cuestión destacada en el desarrollo histórico de la química (Bertomeu Sánchez, 2017). El examen de dichos debates muestra la multiplicidad de factores que operan en los mismos, incluyendo desde decisiones basadas en criterios de prioridad de corte nacionalista a decisiones dirigidas a paliar los problemas derivados de fenómenos semánticos como la polisemia, la sinónima o los cambios de significado de un término en el tiempo (García Belmar y Bertomeu Sánchez, 1999). Las contribuciones de Modesto Bargalló a la terminología química reflejan todos estos aspectos. Su papel activo en la reflexión terminológica en química hunde sus raíces en una concepción comunitaria de dicha cuestión, como defendió en su trabajo *Nomenclatura química y libertad*. Este artículo, de título revelador, fue suscitado a tenor del planteamiento del químico Austin M. Patterson en el número de febrero de 1952 de *Chemical & Engineering News*, donde planteaba si los trabajos sobre nomenclatura química debían ser publicables en revistas científicas. Bargalló respondió a este debate señalando que:

Una nomenclatura unificada tendría probabilidades de mejor éxito, conforme fuese más extensa su elaboración, esto es, mayor el número de naciones, organismos e incluso particulares, que directa o indirectamente hubiesen intervenido en ella. No encierra inconveniente alguno que químicos de todas las procedencias se preocupen de modificar la nomenclatura química, como resultado de serios estudios sobre ella. Se les debe por tanto, ofrecer las páginas de las revistas y abrirles las puertas herméticas de las comisiones oficiales. Así, la nomenclatura se nos aparecerá como recomendación nacida de una labor conjunta y a cuyo cumplimiento estamos gustosamente obligados. (Bargalló, 1952, p. 49)

Bargalló participó en los debates sobre varias cuestiones de terminología química, a los que contribuyó desde su papel de profesor e historiador de la química en México. Consideraciones didácticas y razones históricas fueron así argumentos centrales en sus propuestas para solucionar problemas terminológicos ligados a la polisemia, la sinonimia y los cambios de significado. Varios ejemplos se recogen en las Tablas 1 y 2. Las reflexiones de Bargalló ilustran las particularidades del lenguaje científico respecto al lenguaje cotidiano o literario donde fenómenos semánticos como la sinonimia son «muestras de la capacidad de asimilación y de la exuberancia de la lengua castellana, que tanto multiplica las galas de una obra literaria, pero que no deja en cierto modo de perjudicar a la precisión científica» (Bargalló, 1951, p. 312).

Aunque evitables en aras de la claridad didáctica y la precisión científica, Bargalló explicaba la persistencia en química de términos sinónimos en exceso, de una inadecuada polisemia en otros tantos o de la convivencia de diferentes significados para un mismo concepto atendiendo a factores diversos. Uno de ellos era la mala praxis en el ejercicio de traducción científica, un quehacer que conocía de primera mano dada su actividad como traductor de textos científicos en España. Así, explicó la sinonimia ligada a las diferentes fórmulas químicas recogida en la Tabla 1 como consecuencia de «traducir textos extranjeros sin unidad de criterio en los traductores respecto del léxico químico a emplear» (Bargalló, 1951, p. 312). Otro argumento central en las reflexiones sobre terminología para Bargalló lo proporcionaba la historia de la ciencia, lo que le permitió explicar ciertos errores didácticos férreamente presentes en los manuales, como la desvirtuación polisémica del término «molécula», solo explicable atendiendo a los «resabios de origen histórico, de cuando apenas se conocía la estructura de las sustancias» (Bargalló, 1951, p. 311).

Tabla 1. Algunas propuestas de Modesto Bargalló para abordar la polisemia y sinonimia en química

Fenómeno semántico y ejemplo	Problemática terminológica	Propuesta de Modesto Bargalló
<p>Polisemia</p> <p>Ej.: Molécula</p>	<p>El término «molécula» puede usarse para denominar a:</p> <p>a) La unidad física de una especie química</p> <p>b) La partícula que posee las propiedades de la sustancia que integra</p> <p>c) La parte de una misma clase de materia que determina sus propiedades</p> <p>d) La unión de dos o más átomos</p> <p>e) Un sistema de dos o más átomos situados a una distancia a la cual sus potenciales son mínimos</p> <p>Detallado en (Bargalló, 1973, pp. 29-30).</p>	<p>Bargalló propuso una definición genérica: «Molécula es la partícula más pequeña de una sustancia que tiene existencia propia y que si es dividida en otras partículas, pierde la sustancia todas o parte de las propiedades que la caracterizan» (Bargalló, 1973, p. 31). Al mismo tiempo, Bargalló señalaba el uso polisémico del término molécula como una práctica frecuente a evitar: «más de una vez, de palabra o por escrito, hemos caído nosotros mismos en este grave error didáctico e incongruencia científica, por causa de una inadecuada extensión del concepto de molécula, inofensiva para el químico, pero que la experiencia ha demostrado que resulta nociva para el principiante». (Bargalló, 1951, p. 311)</p>
<p>Sinonimia</p> <p>Ej.: Fórmulas químicas</p>	<p>Existencia de una «completa anarquía» (Bargalló, 1973, p. 31) en la denominación de los diferentes tipos de fórmulas químicas, usadas como sinónimos indistintamente: «Tan pronto se consideran sinónimos los nombres o expresiones «[fórmulas] “de composición”, “empíricas”, “condensadas”, etc., como se equiparan “empírica” y “mínima”, o se llaman “empíricas” a las “mínimas”, o se denominan “moleculares” solo a las “de composición”, como si no lo pudieran ser también las “estructurales” (...)» (Bargalló, 1951, p. 312).</p>	<p>Bargalló consideraba que la mayoría de definiciones eran adecuadas para sustancias moleculares, pero no para los compuestos iónicos. Por ejemplo, consideró que a la «fórmula mínima diiónica» (actual unidad fórmula) debía asignarse un «peso fórmula» y no un «peso molecular» (Bargalló, 1973, p. 32). Además, propuso una clasificación detallada de las fórmulas químicas de composición (reales y convencionales) y estructurales (moleculares, monoiónicas, radicales, desarrolladas, electrónicas y electroquímicas) para las distintas casuísticas vinculadas a la diversidad de especies químicas entonces conocidas (moléculas, iones, redes iónicas, redes atómicas, radicales, macromoléculas...). Esta clasificación también aparecerá en alguno de sus manuales como (Bargalló, 1972b, p. 117).</p>

El uso de la historia de la ciencia para legitimar ciertos posicionamientos en los debates terminológicos permitió a Bargalló explicar el origen de los distintos significados ligados a un determinado concepto, como se ilustra en la Tabla 2 para los casos de oxidación, reducción y elemento químico. Para este último, Bargalló hará una revisión histórica de sus distintas definiciones, inspirado en la célebre *A Short History of Chemistry* (1939) de James R. Partington, donde incluyó las propuestas de Robert Boyle en *Sceptical Chymist* (1661), Antoine Laurent Lavoisier en *Méthode de Nomenclature Chimique* (1787) -junto a Louis Bernard Guyton de Morveau, Claude Louis Berthollet y Antoine François Fourcroy- y en *Traité Élémentaire de Chimie* (1789), Wilhelm Ostwald en *Einführung in die Chemie* (1910) o Aldo Mieli en *La Teoría Atómica Moderna* (1947). Esta última era citada como una obra de publicación reciente en el artículo que Bargalló publicó el mismo año en *Ciencia* (Bargalló, 1947a) sobre las definiciones de elemento químico, lo que le muestra como un activo lector de los trabajos de los historiadores de la química, una faceta que ya había cultivado ampliamente en sus años en España. Los aspectos anteriores permiten ilustrar la profunda imbricación entre nombrar y definir, esto es,

entre la dimensión terminológica y epistemológica del conocimiento científico. Los referentes ontológicos (átomos, moléculas, redes...) y simbólicos (fórmulas, ecuaciones químicas...) de la ciencia, al ser nombrados, se ven así moldeados por una serie de rasgos epistemológicos ligados al contexto sociocientífico. Un ejemplo ilustrador en este sentido lo encontramos en la propuesta recogida en la Tabla 2 sobre el abandono del término «oxidación», ligado a la química de Antoine Laurent Lavoisier y su principio oxígeno, por «deselectronación» en el marco de la química de Linus Pauling y su interpretación submicro-macro de los fenómenos químicos.

Tabla 2. Algunas propuestas de Modesto Bargalló sobre términos químicos con cambios de significado

Problemática terminológica	Propuesta de Modesto Bargalló
Ej.: Oxidación y reducción	
<p>Oxidación (O) y reducción (R) habrían tenido significados cambiantes en el tiempo:</p> <p>a) Aumento (O)/disminución (R) de oxígeno o ametales de una sustancia</p> <p>b) Disminución (O)/aumento (R) de hidrógeno o metales de una sustancia</p> <p>c) Pérdida (O)/ganancia (R) de electrones en un átomo o grupo de átomos</p> <p>d) Aumento (O)/disminución (R) de las valencias (cargas eléctricas) positivas o disminución (O)/aumento (R) de las valencias (cargas eléctricas) negativas</p> <p>e) Aumento (O)/disminución (R) del estado de oxidación de un ion o átomo que forma parte de un elemento libre, molécula o grupo atómico</p> <p>Detallado en (Bargalló, 1973, p. 36).</p>	<p>Bargalló propuso la definición: «Oxidación/reducción de un ion o de un átomo de un elemento libre o el que forma parte de una molécula o grupo atómico, es la transferencia (O)/adicción (R) completa o parcial de uno o varios electrones del ion o átomo, a otros átomos o iones» (Bargalló, 1973, p. 37). Además, consideraba «admitido por todos los químicos» que los términos de oxidación y reducción eran «impropios en su amplio sentido» en el contexto de la época. En su lugar, Bargalló proponía los términos «deselectronación» para oxidación y «electronación» para reducción, basándose en los trabajos de Linus Pauling. También consideraba de interés los términos «eldonación» (donación de electrones) y «elaceptación» (aceptación de electrones) para oxidación y reducción, respectivamente, en consonancia con la propuesta de Charles Bishop.</p>
Ej.: Elemento químico	
<p>Bargalló distinguió tres grandes grupos de definiciones de elemento a lo largo de la historia:</p> <p><i>Anteriores al descubrimiento de la radiactividad y de la transmutación:</i></p> <p>a) Sustancia que no puede ser reducida a otra más sencilla</p> <p>b) Sustancia que sometida a cualquier fenómeno químico se transforma en otra de mayor peso</p> <p>c) Sustancia que cualesquiera que sean las energías a que se la someta, sólo sufre un cambio hilótopo</p> <p><i>Modificaciones obligadas por el descubrimiento de la radiactividad y de la transmutación:</i></p> <p>d) Sustancia indescomponible por los métodos químicos ordinarios</p> <p>e) Forma de materia constituida por átomos iguales</p> <p><i>Modificaciones impuestas por la isotopía:</i></p> <p>f) Sustancia formada por átomos de igual número atómico</p> <p>Detallado en (Bargalló, 1947a, pp. 49-52).</p>	<p>Bargalló consideró mantener el término «elemento» debido a su «indiscutible valor histórico» (Bargalló, 1947a, p. 55). No obstante, era partidario de distinguir entre «elemento isoatómico» (sustancia formada por átomos de igual composición, esto es, un isótopo particular) y «elemento homoatómico» (sustancia que contiene dos o más clases de átomos de igual número atómico y distinto peso atómico; hoy, la pléyade de isótopos de un elemento) (Bargalló, 1947a, p. 56). Para los primeros, Bargalló propuso el nombre de «hílicos», mientras que para los segundos podría conservarse el término genérico «elemento». El término «isótopo» solo debía emplearse «adjetivado y en plural o en todo caso, indicando el elemento al que pertenece» (Bargalló, 1947a, p. 56). Por ejemplo: «los <math>{}_8\text{O}^{16}</math>, <math>{}_8\text{O}^{17}</math> y <math>{}_8\text{O}^{18}</math> son isótopos» y «el <math>{}_8\text{O}^{18}</math> es un isótopo del oxígeno» (Bargalló, 1947a, p. 56). Asimismo, defendió que el término «semimetal», debía ser remplazado por «anfielemento» o adjetivado «elemento anfibio» (Bargalló, 1948a). Para el término «no metal» consideraba que era más adecuado a la gramática castellana el uso de «ametal», como se había propuesto en la Reunión Anual de la Sociedad Española de Física y Química de 1948 (Bargalló, 1973, p. 47).</p>

Entre los usos de la historia de la ciencia en los debates terminológicos también se incluía su interés para la conmemoración de aquellos científicos del pasado que debían ser reconocidos e inmortalizados en el lenguaje de los químicos del presente y del futuro. Así, Bargalló defendió la pertinencia de una mayor presencia de nombres de elementos químicos que aludiesen a la «Edad de Oro de la Química», la cual comprendía desde el último cuarto del siglo XVIII al primer cuarto del siglo XIX. Reivindicó así nombres como *scheelium* (por Carl W. Scheele), *lavoisium* (por Antoine Laurent Lavoisier), *avogadrium* (por Amadeo Avogadro), *canvendishium* (por Henry Cavendish), *priestlium* (por Joseph Priestly), *gay-lussacium* (por Joseph Louis Gay-Lussac), *daltonium* (por John Dalton) o *berzelium* (por Jöns Jacob Berzelius) (Bargalló, 1972a). Además, tomó partida por los nombres de wolframio en lugar de tungsteno (Bargalló, 1968), reivindicando el papel de los hermanos españoles Juan José y Fausto Delhuyar; a la par que confiaba en que «día habrá de llegar en que el nombre de eritronio sustituya al de vanadio» (Bargalló, 1972b, p. 832), como se apuntaba al inicio del presente trabajo. Si bien este tipo de debates han sido ampliamente superados por los historiadores de la química (García Belmar y Bertomeu Sánchez, 1999), siguen siendo recurrentes en el seno de la comunidad química, en consonancia con el papel de las narrativas genealógicas como elementos estructurantes de las disciplinas científicas (Nye, 1993). Por el contrario, los estudios históricos sobre terminología científica nos ofrecen un proscenio mucho más enriquecedor, plural, analítico y crítico.

Las reflexiones sobre terminología química de Bargalló ilustran cómo fenómenos semánticos como sinonimia, polisemia o cambios de significados introducen problemas de comunicación científica cuya superación exige considerar tanto cuestiones etimológicas y lingüísticas, como epistemológicas e históricas; trazando lindes porosas entre nombrar y definir. En este sentido han apuntado las reflexiones de Bargalló sobre los términos de las Tablas 1 y 2, a los que se podrían añadir otras tantas, como la incongruencia en las definiciones de disolución, la innecesaria diferencia entre ácido clorhídrico y cloruro de hidrógeno, la falta de precisión teórica al definir el producto de solubilidad, o las divergencias y confusiones en las definiciones de más de una treintena de conceptos químicos (absorción, acidez, polimería...) (Bargalló, 1950, 1953). Especial mención merecen las reflexiones de Bargalló sobre el uso del término «quimicofísica» o «fiscoquímica», términos que usó indistintamente (Bargalló, 1965a, 1965b). «Con el intento de dar al concepto y al campo de la fiscoquímica precisión mayor», propuso seis principios para trazar los perímetros entre física, química y fiscoquímica, los cuales se recogen en la Figura 1. Dicha figura reproduce el esquema que fue diseñado por el propio Bargalló e incluido en su trabajo recopilatorio (Bargalló, 1973, p. 16).

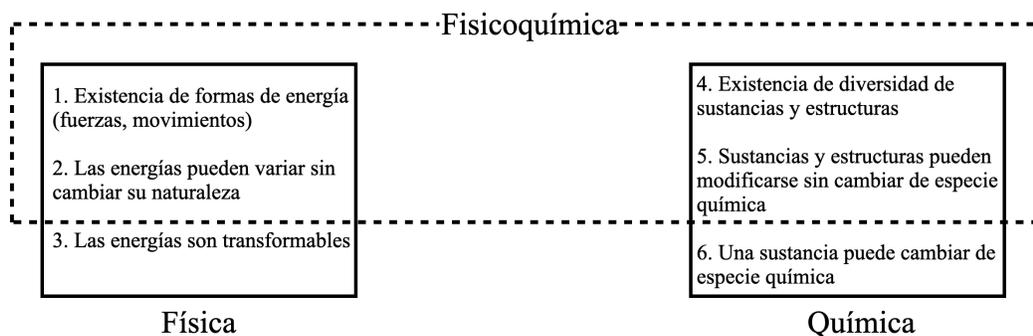


Figura 1. Los seis principios para delimitar los campos de la física, la química y la fiscoquímica propuestos por Modesto Bargalló

Bargalló identificó estos seis principios definitorios a partir de la revisión de fuentes históricas (como los textos de Wilhelm Ostwald y Jacobus H. van't Hoff), los prólogos de manuales de uso corriente (como la *Química Física* de Arnold Eucken, 1941), diccionarios (como el *Haekh's Chemical Dictionary*) y enciclopedias (como la *Encyclopedia of Chemistry* de Gessner G. Clark y George L. Hawley), a lo que hay que añadir sus amplios conocimientos y concepciones epistemológicas derivados de una larga trayectoria enseñando química, publicando manuales y estudiando la historia de la química. Cabe destacar que muchos de estos aspectos se encuentran notablemente vinculados a sus ideas sobre una enseñanza conjunta de la física y la química defendidas en varios de sus trabajos anteriores a su exilio en México. Bargalló pretendía así clarificar la confusión causada por la «vaguedad de las definiciones usuales de quimicofísica» (Bargalló, 1965a, p. 246) en los títulos de obras didácticas (como manuales y libros de texto), «títulos que sus autores, deslumbrados por el afán de novedad, han elaborado con excesiva ligereza» (Bargalló, 1965a, p. 249). Bargalló sostenía que «la variedad terminológica es orgullo de un idioma; pero, en las ciencias, a cada fenómeno, concepto o aspecto ha de corresponder un solo nombre» (Bargalló, 1965a, p. 249). Se trata de un sector, el editorial, que él mismo conocía por su quehacer profesional en España y en México, donde llegó a presentarse como publicista y editor.<sup>2</sup>

Las reflexiones de Bargalló sobre la fisicoquímica como subdisciplina entre la física y la química revelan las múltiples implicaciones de la terminología científica que no solo nombra o define, sino que al mismo tiempo delimita. En este caso, al precisar los campos de acción de la física y de la química, Bargalló delimitó el campo de la fisicoquímica mostrando con claridad las «fertilizaciones cruzadas» que operan en el desarrollo de una subdisciplina (Gavroglu y Simoes, 2016):

En los casos en que se duda de si se trata (carácter químico) o no (carácter físico) de verdadera transformación sustancial, una posición ecléctica es la de considerarlos de carácter mixto, quimicofísico. Este aspecto de penetración física en la Química puede observarse, aunque en sentido inverso, en la Física, ya que en el fenómeno físico se producen también alteraciones estructurales, a veces bien señaladas, que indican la participación del fenómeno químico en el físico, que proporciona a éster cierto carácter quimicofísico. (Bargalló, 1973, pp. 9-10).

Mediante su reflexión sobre el uso del término «fisicoquímica» en los manuales, Bargalló trataba de conciliar dos posiciones epistemológicas forjadas a lo largo de las primeras décadas del siglo XX:

Ostwald dijo que los cambios de estado de agregación constituyen los fenómenos químicos más sencillos. Pero, quienes se sitúen en una posición, igualmente legítima, más estricta, teniendo en cuenta que en los cambios de estado, en la disolución, en la formación de un coloide y en los tránsitos alotrópicos e isoméricos (sin muda de especie) no se produce verdadera transformación sustancial, de acuerdo con el concepto de especie química, pueden considerar a todos estos cambios como quimicofísica. (Bargalló, 1973, p. 10)

Los debates terminológicos se revelan de este modo como muestras de la diversidad de implicaciones epistemológicas que confluyen en las diferentes culturas de las subdisciplinas científicas (Gavroglu y Simoes, 2016). Al mismo tiempo, muestra con claridad el papel central de las cuestiones terminológicas tanto en el desarrollo histórico de las disciplinas científicas como de las subdisciplinas nacidas por cruce de las mismas.

<sup>2</sup> Así consta en la firma de un proyecto de ediciones del Instituto Politécnico Nacional que fue presentado por Modesto Bargalló ante su dirección general en agosto de 1948. La propuesta de proyecto se puede consultar en: Archivo Histórico del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional «Lázaro Cárdenas». Secretaría de Educación Pública-Instituto Politécnico Nacional. Año 1948. IPN/927.13(074).

## A modo de conclusión

Desde las aulas y desde un conocimiento profundo de la historia de la química, el profesor Modesto Bargalló fue capaz de reflexionar ampliamente sobre el lenguaje químico. Sus trabajos nos muestran cómo la educación química proporcionó un marco de debate activo sobre terminología química, pues la claridad en el lenguaje y la evasión de ambigüedades constituyen objetivos compartidos al enseñar y nombrar en ciencia. Al mismo tiempo, la labor de Bargalló en la búsqueda de nombres y definiciones adecuadas con fines didácticos no puede entenderse desligada de su saber sobre historia de la química. En este ámbito encontró una base sobre la que cimentó sus reflexiones didácticas y epistemológicas sobre química. Si bien la imbricación entre historia de la química y terminología química suele centrarse en la búsqueda de prioridades en los nombres de los elementos con tintes nacionalistas, la obra bargalliana nos muestra usos didácticos de la historia de la química mucho más diversos y fértiles, como su papel para clarificar y comprender los significados cambiantes de los conceptos químicos, así como su uso para reflexionar sobre las relaciones entre fenómenos y disciplinas: entre física y química.

En educación química, la enseñanza de la terminología suele centrarse en el aprendizaje de pautas de nomenclatura y algunas referencias puntuales a la etimología de los nombres de los elementos químicos. Sin embargo, la historia de la terminología química también aporta al profesorado actual una plétora de casos de interés para trabajar de forma transversal competencias lingüísticas (como el conocimiento de fenómenos semánticos como la sinonimia o la polisemia) desde la enseñanza de las ciencias, potenciando así la colaboración entre docentes de distintas materias. Al mismo tiempo, recuperar las contribuciones de personajes como Bargalló, cuya labor transcurrió en las aulas y no en los laboratorios, muestra cómo la historia de la química se enriquece profundamente cuando se integra la labor del profesorado de ciencias, tan frecuentemente invisibilizado en nuestras narrativas históricas sobre ciencia. Este trabajo puede entenderse como un ejercicio de recuperación y reflexión en este sentido a través de la nada modesta obra del profesor Modesto Bargalló.

## Referencias

- Bargalló, M. (1947a). Sobre la evaluación de las modernas definiciones de elemento químico y algunas sugerencias de carácter didáctico. *Ciencia*, VIII(3), 49-56.
- Bargalló, M. (1947b). Hírido y núclido. *Ciencia*, VIII(6-9), 210-212.
- Bargalló, M. (1948a). Propuesta de nuevos nombres para «metaloides» y «semimetal». *Ciencia*, IX(4-6), 170.
- Bargalló, M. (1948b). Hírido o núclido. *Ciencia*, IX(7-10), 261-266.
- Bargalló, M. (1950). Revisión, con fines didácticos, de las definiciones de alotropía, isomería, polimería y polimorfismo. *Ciencia*, X(9-10), 257-269.
- Bargalló, M. (1951). Las fórmulas químicas: Nota sobre las bases de una clasificación primaria con fines didácticos. *Ciencia*, XI(10-12), 311-316.
- Bargalló, M. (1952). Nomenclatura química y libertad. *Ciencia*, XII(1-2), 49-50.
- Bargalló, M. (1953). La terminología y las definiciones en la enseñanza de la química. *Ciencia*, XIII(1-3), 43-52.
- Bargalló, M. (1965a). Los nombres «Química General», «Quimicofísica» y «Química Teórica» como titulares de obras didácticas. *Ciencia*, XXIII(6), 245-249.

- Bargalló, M. (1965b). Contribución al análisis del concepto «Quimicofísico» y observaciones sobre el uso de los titulares «Química General», «Química Teórica» y «Quimicofísica» en la enseñanza. *Boletín de la Sociedad Química del Perú*, XXXI(3), 108-116.
- Bargalló, M. (1968). Una deuda con los hermanos Elhuyar. *Revista de la Sociedad Química de México*, XII(6), 271A-272A.
- Bargalló, M. (1972a). Una deuda de la terminología química. *Revista de la Sociedad Química de México*, XVI(4), 147-148.
- Bargalló, M. (ed.) (1972b). *Tratado de Química Inorgánica* (2ª ed.). México: Porrúa.
- Bargalló, M. (1973). *Trabajos, artículos y apuntes (1940-1972) sobre química, enseñanza y metalurgia mexicana y de Hispanoamérica colonial*. México: Autoedición.
- Bertomeu Sánchez, J. R. (2016). Beyond borders in the History of Science Education, en Arabatzis, T., Renn, J., Simoes, A. (eds.), *Relocating the History of Science: Essays in Honor of Kostas Gavroglu*, (pp. 159-173), Dordrecht: Springer.
- Bertomeu Sánchez, J. R. (2017). Antes de la IUPAC: Retos de la terminología química durante los siglos XVIII y XIX. *Anales de Química*, 113(3), 180-190.
- Chamizo Guerrero, J. A. (2017). La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas. *Educación Química*, 28, 202-210.
- García Belmar, A. y Bertomeu Sánchez, J. R. (1999). *Nombrar la materia: Una introducción histórica a la terminología química*. Barcelona: Ediciones El Serbal.
- García Bernal, S. M. (2014). *Los maestros del exilio español en el Instituto Politécnico Nacional*. Ciudad de México: Ediciones IPN.
- Garriz, A. y Valdez, R. (2008). Modesto Bargalló Ardévol. Un químico español que se transformó en mexicano. *Educación Química*, 19(1), 3-8.
- Garriz, A., Capella, S., Chamizo, J. A. y Garriz, J. (2013). Exiled Chemists of the Spanish Civil War's Footprint in Mexico. *History Research*, 3(1), 16-25.
- Gavroglu, K. y Simoes, A. (2016). Philosophical issues in (sub)disciplinary contexts. The case of Quantum Chemistry, en Scerri, E., Fisher, G. (eds.), *Essays in the Philosophy of Chemistry*, (pp. 60-79), Nueva York: Oxford University Press.
- Labarca, M. (2016). *Filosofía de la química*, Diccionario Interdisciplinar Austral, consultado en mayo 22, 2020, en la URL [http://dia.austral.edu.ar/Filosof%C3%ADa\\_de\\_la\\_qu%C3%ADmica](http://dia.austral.edu.ar/Filosof%C3%ADa_de_la_qu%C3%ADmica)
- Moreno Martínez, L. (2021a). Modesto Bargalló en España (1894-1939). Una biografía entre la historia de la educación y la historia de la ciencia. *Historia y Memoria de la Educación*, 13, 635-674.
- Moreno Martínez, L. (2021b). El boletín Faraday (1928-29) y las relaciones entre historia y didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. En prensa.
- Nye, M. J. (1993). *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry. Dynamics of matter and dynamics of disciplines, 1800-1950*. California: California University Press.
- Pinto Cañón, G. (2020). Iniciativas del Ayuntamiento de Madrid para resaltar la labor de Andrés Manuel del Río, el madrileño que descubrió el vanadio. *Anales de Química*, 116(1), 38-42.