

# El sesquicentenario del Primer Congreso Internacional de Químicos

Pascual Román Polo

**Resumen:** En 2010 se conmemora el sesquicentenario del Primer Congreso Internacional de Químicos (3-5 de septiembre de 1860) celebrado en la ciudad alemana de Karlsruhe. Ante el caos en que se hallaba sumida la Química, los más eminentes químicos europeos de la época fueron invitados para tratar de despejar el intrincado camino que impedía el progreso de la Química. Convocado por Kekulé, Weltzien y Wurtz, se llegó a importantes conclusiones –aunque no fueron inicialmente aceptadas por todos los participantes–, que permitieron el avance de la Química y de las demás ciencias relacionadas con ella. El gran triunfador del Congreso fue el químico italiano Stanislao Cannizzaro.

**Palabras clave:** Congreso, internacional, químicos, Congreso de Karlsruhe, Cannizzaro.

**Abstract:** In 2010 marks the sesquicentennial of the First International Congress of Chemists (3-5 September 1860) held at the German city of Karlsruhe. Given the chaos that was plunged the Chemistry, the most eminent European chemists of the era were invited to try to solve the intricate road that blocked the progress of Chemistry. Convened by Kekulé, Weltzien and Wurtz, they obtained important conclusions –although they were initially not accepted by all participants–, which allowed the improvement of Chemistry and other sciences related to it. The big winner of the Congress was the Italian chemist Stanislao Cannizzaro.

**Keywords:** Congress, international, chemists, Karlsruhe Congress, Cannizzaro.

## Introducción

En 2010, se conmemora uno de los mayores acontecimientos científicos en la historia de la química: el sesquicentenario del Primer Congreso Internacional de Químicos, conocido también como Congreso de Karlsruhe por haberse celebrado en esta ciudad del sudoeste de Alemania. Fue el primer congreso internacional de científicos que se convocó con la importante misión de poner orden en el caos al que habían llegado los químicos de la época. Este evento científico no solo permitió dilucidar trascendentes cuestiones que confundían a los químicos de las diferentes escuelas, sino que puso orden en esta ciencia para poder avanzar en menos de una década en la formulación de la moderna tabla periódica de los elementos químicos. Resultó de vital importancia la aportación de jóvenes químicos, algunos de ellos alejados de las grandes escuelas, que enfocaron las cuestiones que habían detenido el progreso de la química de una forma distinta e innovadora.

De entre los químicos que participaron en el Congreso de Karlsruhe destacaron: Friedrich August Kekulé (1829–1896), Carl Weltzien (1813–1870) y Charles Adolphe Wurtz (1817–1884), por tener la genial idea de su convocatoria y

el enfoque de los problemas a estudiar y resolver; Stanislao Cannizzaro (1826–1910), el gran triunfador del congreso, por sus aportaciones, y la elocuencia y el entusiasmo con que las defendió; Julius Lothar Meyer (1830–1895) y Dimitri Ivánovich Mendeléiev (1834–1907), dos jóvenes químicos que hicieron fructificar las ideas sembradas por Cannizzaro en Karlsruhe para desarrollar la moderna tabla periódica de los elementos químicos. Obsérvese que Kekulé, Cannizzaro, Meyer y Mendeléiev tenían entre 26 y 34 años cuando se celebró el Congreso de Karlsruhe.

Además, el Congreso de Karlsruhe permitió el progreso sin precedentes de la Química Orgánica en la segunda mitad del siglo XIX y fue el germen donde se fraguó la Asociación Internacional de Sociedades Químicas (París, 1911), que, ocho años más tarde, daría paso a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC en sus siglas inglesas).

En el presente trabajo se revisan los antecedentes del Primer Congreso Internacional de Químicos, su convocatoria y desarrollo, y los frutos que se obtuvieron como consecuencia de las soluciones encontradas a las cuestiones abordadas en el Congreso de Karlsruhe. También se analizan las aportaciones del insigne químico italiano Cannizzaro, de quien se conmemora el centenario de su fallecimiento (Roma, 1910).

## El nacimiento de la Química como ciencia moderna: el descubrimiento del oxígeno

El nacimiento de la Química como ciencia moderna está vinculado a la búsqueda y aislamiento de los elementos químicos. Está fuera de toda duda que el descubrimiento del oxígeno es el punto de arranque de la Química como una ciencia independiente. Sin embargo, no es fácil precisar a quien se le debe atribuir este hallazgo fundamental. En la genial obra de teatro *Oxygen. A play in 2 acts*,<sup>[1]</sup> Carl Djerassi y Roald Hoffmann plantean el problema de tratar de conocer al verdadero descubridor del oxígeno con el fin de otorgarle el Primer Premio Nobel Retrospectivo con ocasión de celebrarse



P. Román Polo

Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, Apartado 664, 48080, Bilbao  
C-e: [pascual.roman@ehu.es](mailto:pascual.roman@ehu.es)

Recibido: 29/03/2010. Aceptado: 18/06/2010.

en 2001 el centenario de la concesión de los primeros premios Nobel. La obra ha sido traducida al español por el Fondo de Cultura Económica de México<sup>[2]</sup> y fue interpretada por siete actores que representan a once personajes.

El oxígeno fue descubierto por vez primera por el químico y farmacéutico sueco Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) en 1772 cuando calentó el óxido de mercurio(II), dióxido de manganeso, carbonato de plata, nitrato de potasio y varios nitratos de metales pesados.<sup>[3-5]</sup> Scheele llamó a este gas “aire de fuego” porque era el único conocido que mantenía las combustiones. Escribió un informe de su descubrimiento en un manuscrito titulado *Treatise on Air and Fire* que fue enviado a su editor en 1775. Sin embargo, este documento no fue publicado hasta 1777. Mientras tanto, el químico y clérigo británico Joseph Priestley (1733–1804), el 1 de agosto de 1774, realizó un ingenioso experimento cuando dirigió la luz del sol sobre el óxido de mercurio(II) dentro de un tubo de vidrio, que liberó un gas al que denominó “aire desflogistizado”.<sup>[3]</sup> Observó que en presencia de dicho gas, las velas ardían con luz más brillante y un ratón se volvía más activo y vivía más tiempo cuando respiraba este gas. Él mismo notó que se sentía muy “ligero y cómodo”. Priestley publicó sus resultados en 1775 en un artículo titulado “An Account of Further Discoveries in Air” que incluyó en el segundo volumen de su libro *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*.<sup>[6]</sup> Generalmente, se atribuye la prioridad del descubrimiento del oxígeno a Priestley porque fue el primero en publicar sus hallazgos.

El renombrado químico francés Antoine-Laurent de Lavoisier (1743–1794), a quien se considera el padre de la química moderna, también reivindicó el descubrimiento del oxígeno para él. Sin embargo, es bien conocido que, en octubre de 1774, Priestley visitó a Lavoisier en París y le describió su experimento y cómo se liberaba una nueva sustancia gaseosa. Por su parte, en septiembre de 1774, Scheele envió una carta a Lavoisier que describía el descubrimiento de una sustancia desconocida, aunque Lavoisier negó haberla recibido. Lo cierto es que se halló una copia de dicha carta en las pertenencias de Scheele tras su muerte.<sup>[4]</sup>

Está fuera de duda que tanto Scheele como Priestley se adelantaron en el tiempo a Lavoisier en el aislamiento del oxígeno. Sin embargo, fue éste último quien llegó a penetrar en la verdadera naturaleza del nuevo elemento químico. Aquel mismo año de 1774 utilizó los experimentos de Priestley y Scheele junto con otros nuevos para explicar de forma correcta y cuantitativa el fenómeno de la oxidación y el funcionamiento de la combustión y la respiración. Sus experimentos sobre la combustión fueron publicados en 1777 en su obra *Sur la combustion en général*. Estos trabajos realizados en 1774 y 1780, que se publicaron en 1800, fueron los que permitieron el descubrimiento de

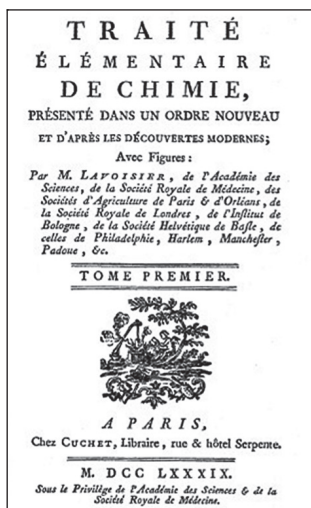


Figura 2. Portada del *Traité élémentaire de chimie* (1789).

PARTIE II, DES SUBSTANCES SIMPLES. 135		
TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.		
	NOMS NOUVEAUX.	NOMS ANCIENS CORRESPONDANTS.
	Lumière . . . . .	Lumière.
	Calorique . . . . .	Chaleur. Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu. Matière du feu et de la chaleur.
Substances simples qui appartiennent aux trois règnes, et qu'on peut regarder comme les éléments des corps.	Oxygène . . . . .	Air déphlogistiqué. Air empyréal. Air vital. Base de l'air vital.
	Azote . . . . .	Gaz phlogistiqué. Mofette. Base de la mofette. Gaz inflammable.
	Hydrogène . . . . .	Base du gaz inflammable.
Substances simples, non métalliques, oxydables et acidifiables.	Soufre . . . . .	Soufre.
	Phosphore . . . . .	Phosphore.
	Carbon . . . . .	Charbon pur.
	Radical muriatique . . . . .	Inconnu.
	Radical fluorique . . . . .	Inconnu.
	Radical boracique . . . . .	Inconnu.
	Antimoine . . . . .	Antimoine.
	Argent . . . . .	Argent.
	Arsenic . . . . .	Arsenic.
	Bismuth . . . . .	Bismuth.
	Cobalt . . . . .	Cobalt.
	Cuivre . . . . .	Cuivre.
	Étain . . . . .	Étain.
	Fer . . . . .	Fer.
	Manganèse . . . . .	Manganèse.
Substances simples, métalliques, oxydables et acidifiables.	Mercur . . . . .	Mercur.
	Molybdène . . . . .	Molybdène.
	Nickel . . . . .	Nickel.
	Or . . . . .	Or.
	Platine . . . . .	Platine.
	Plomb . . . . .	Plomb.
	Tungstène . . . . .	Tungstène.
	Zinc . . . . .	Zinc.
Substances simples, salifiables, terreuses.	Chaux . . . . .	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie . . . . .	Magnésie, base de sel d'Epsom.
	Baryte . . . . .	Baryte, terre pesante.
	Alumine . . . . .	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
	Silice . . . . .	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

Figura 3. Tabla de sustancias simples de Lavoisier (1789).

### De la teoría atómica química de Dalton hasta el caos de la Química

En 1800, cuando expiraba el siglo XVIII se conocían 30 elementos químicos, pero se desconocían sus pesos atómicos. Aquel mismo año el físico italiano Alessandro Volta (1745–1827) inventa la pila eléctrica, que en su honor también se la conoce como pila de Volta. Este invento tendría una aplicación inmediata en el descubrimiento de nuevos elementos químicos. Dos químicos destacaron en esta tarea: Humpry Davy (1778–1829) y Jöns Jacob Berzelius (1779–1848).

ATw(EnT\*.106lies aribuyen elaislaimiento deseise nuevos elemen-)]TJT\*21789 Tw(to: sodrio (807()),potasrio (807()),borio (808()),magnesrio

anièire  
OS  
nt daoscdescombintisiooe

Sólo unos pocos científicos se percataron del verdadero significado de la hipótesis de Avogadro, como Marc Antoine Auguste Gaudin (1804–1880), un contable de la Oficina de Longitudes de París, quien en 1833 se dio cuenta de su importancia, pero éste, que estaba fuera de los círculos académicos, no tuvo influencia alguna. Supo reconciliar la ley de Gay-Lussac de los volúmenes de combinación con la hipótesis de Avogadro y aprovechó las ideas de Ampère y René Just Haüy (1743–1822) para el tratamiento de las estructuras molecular y cristalina de la materia. Años más tarde (1867), fue reconocido por la Academia de Ciencias de París con el Premio Trémont. En 1873, publicó el libro *L'architecture du monde des atomes* (“La arquitectura del mundo de los átomos”), que después de cuarenta años sin cambiar sus ideas originales estaba obsoleto.

Entre las polémicas más duras y crueles que se recuerda en la historia de la ciencia se halla la que enfrentó a atomistas y equivalentistas. Estos últimos negaban la existencia de los átomos y las moléculas, basándose en que nadie los había podido observar, que eran defendidos a ultranza por los atomistas. Dos equivalentistas de gran peso científico, político y social fueron los químicos franceses Jean-Baptiste Dumas (1800–1884) y Marcellin Pierre Eugène Berthelot (1827–1907). En el lado de los atomistas se hallaban los químicos franceses August Laurent (1807–1853) y Charles Frédéric Gerhardt (1816–1856), que se defendían de la hostilidad de sus poderosos compatriotas y otros eminentes químicos europeos. Baste recordar que Dumas fue ministro de Agricultura y Comercio de Napoleón III de 1850 a 1851 y vicepresidente del Consejo imperial de instrucción pública. Berthelot fue ministro de Instrucción Pública en 1886 y ministro de Asuntos Exteriores en 1895. Mientras que Laurent murió tuberculoso y Gerhardt pasó grandes penalidades económicas y administrativas en Estrasburgo, ambos murieron muy jóvenes. En la Tabla 1, se muestra resumida la situación de la química en el periodo 1800–1860.

La teoría dualista fue introducida por Berzelius en la década de los años 1830 quien suponía que los átomos y sus compuestos estaban formados por una parte positiva y otra negativa. Esta teoría permitía comprender los fenómenos electroquímicos. La teoría unitaria o de la sustitución, propuesta por Dumas, fue desarrollada por su discípulo Laurent y el alumno de éste: Gerhardt, en oposición a la teoría dualista. Dumas fue uno de los primeros químicos en estudiar los fenómenos de la sustitución en los compuestos orgánicos y uno de los pioneros de la teoría atómica.<sup>[12]</sup>

El descubrimiento del ácido tricloroacético a partir del ácido acético por Dumas y la sustitución de algunos átomos de hidrógeno por cloro llevada a cabo en el alcohol etílico por Laurent, enfurecieron a Berzelius porque echaban por tierra su teoría dualista, le sirvieron de gran ayuda a Gerhardt para formular su nueva teoría de los tipos. Ante la irritación de Berzelius, Dumas se retractó cobardemente de sus ideas sobre la teoría unitaria y no reconoció el trabajo de su discípulo Laurent, con quien terminó enemistándose. Berzelius y otros ilustres químicos eran incapaces de reconciliar la sustitución de un elemento electropositivo por otro electronegativo. Sin embargo, estos avances científicos dieron a Gerhardt la idea de desarrollar la teoría de los tipos –una gran mejora de la teoría unitaria– al observar que estos compuestos orgánicos y otros similares se podían obtener de los compuestos hidrogenados de los que derivaban.

**Tabla 1.** Situación de la Química en el periodo 1800–1860.

1800	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volta descubre la pila eléctrica</li> <li>• Se conocen 30 elementos químicos</li> <li>• Segunda ley de Gay-Lussac (<math>P/T = k</math>)</li> </ul>
1801	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de las presiones parciales de Dalton</li> </ul>
1802	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera ley de Gay-Lussac (<math>V/T = k</math>)</li> </ul>
1803	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de las proporciones múltiples de Dalton</li> </ul>
1803–1808	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalton enuncia y desarrolla la teoría atómica química. Adopta el peso atómico del hidrógeno como referencia (<math>H = 1</math>). Introduce la primera tabla de pesos atómicos</li> </ul>
1803–1828	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berzelius descubre 4 elementos químicos</li> </ul>
1807–1808	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Davy aísla 6 elementos químicos</li> </ul>
1808	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de las proporciones definidas o de las proporciones constantes de Proust</li> <li>• Ley de Gay-Lussac o de los volúmenes de combinación de los gases (<math>PV/T = k</math>)</li> </ul>
1809	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haüy relaciona el análisis químico con la estructura cristalina</li> </ul>
1811	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avogadro publica su hipótesis</li> </ul>
1813–1814	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berzelius introduce un sistema de formulación química basado en los símbolos de los elementos –letras iniciales de los nombres latinos– y superíndices</li> </ul>
1813	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wollaston propone el uso de los pesos equivalentes</li> </ul>
1814	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampère establece la hipótesis de Avogadro de manera independiente</li> </ul>
1814–26	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berzelius adopta el peso atómico del oxígeno como referencia (<math>O = 16,00</math>)</li> </ul>
1815–16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prout publica su hipótesis: los pesos atómicos de los elementos conocidos eran múltiplos del peso atómico del hidrógeno</li> </ul>
1819	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dulong y Petit establecen su ley</li> <li>• Mitscherlich descubre el isomorfismo</li> </ul>
1826	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dumas propone el método para determinar los pesos moleculares de los líquidos</li> </ul>
1827	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berzelius introduce el concepto de isomería</li> </ul>
1830's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berzelius desarrolla la teoría dualista</li> <li>• Se toma como referencia el sistema de pesos atómicos de Berzelius</li> <li>• Dumas introduce la teoría unitaria</li> </ul>
1840's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflicto atomismo-equivalentismo</li> <li>• Gerhardt corrige los pesos atómicos de Berzelius</li> <li>• Gerhardt junto con Laurent desarrollan la teoría unitaria y la teoría de los tipos</li> </ul>
1850	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se conocen 58 elementos químicos</li> </ul>
1850's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfrentamientos entre los defensores de la teoría dualista y los de la teoría unitaria</li> </ul>
1850–60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La química llega al caos. Es una torre de Babel. Los químicos no son capaces de entenderse</li> </ul>
1858	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cannizzaro publica su afamado artículo <i>Sunto di un corso di filosofia chimica</i></li> <li>• Ley de los átomos de Cannizzaro</li> </ul>
1859	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kekulé contacta con Weltzien y Wurtz para convocar un congreso de químicos europeos</li> <li>• Se conocen 59 elementos químicos</li> </ul>
1860	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se celebra el Congreso de Karlsruhe (3-5 de septiembre)</li> </ul>

## Cannizzaro encuentra la luz

Cannizzaro se incorpora a la Universidad de Génova en octubre de 1855 donde permanece hasta finales de 1861. En Génova no tiene ni laboratorios ni equipos para continuar su labor investigadora.<sup>[13]</sup> En 1856, consigue un nuevo local, aunque su producción científica va a ser escasa hasta finales de 1857. Uno de los años más importantes en su vida es el de 1858, año en que publica su artículo seminal *Sunto di un corso di filosofia chimica, fatto nella Regia Università di Genova* (“Compendio de un curso de filosofía química, realizado en la Real Universidad de Génova”) en *Il Nuovo Cimento*.<sup>[14]</sup> Este revolucionario artículo, fechado el 12 de marzo, aparece publicado en el número de mayo en forma de carta dirigida a su amigo Sebastiano de Luca (1820–1880), editor de la revista y profesor de Química en Pisa. En el artículo se recogen los primeros ocho capítulos del curso que imparte a sus alumnos. Más tarde, aparece publicado en forma de opúsculo junto con una nota del propio Cannizzaro titulada *Sulle condensazioni di vapore* (“Sobre la condensación del vapor”) que va a tener una gran importancia para la difusión de sus ideas en el Congreso de Karlsruhe.

La trascendencia de este artículo radica en que clarificaba el concepto de peso atómico, relacionándolo correctamente con el peso molecular y sentaba las bases a través de la teoría atómica, despejando la incertidumbre que imperaba en la época en la definición de los conceptos fundamentales de la química. Con este trabajo Cannizzaro abre una nueva ruta, con bases experimentales, alejadas de suposiciones conceptuales, y utilizando un lenguaje sencillo y fácil de entender. En el mismo año de 1858, publica *Lezione sulla teoria atomica* (“Lección sobre la teoría atómica”) en la revista italiana “*Liguria medica*” en la que profundiza en los mismos temas del “Sunto”, detallándola e ilustrándola con distintos ejemplos, poniendo de manifiesto su fe en su trabajo y en el progreso de la ciencia”.<sup>[15]</sup>

El comienzo del artículo deja perfectamente claras las ideas de su autor sobre la teoría atómica. “Creo que el progreso de la ciencia, realizado en estos últimos años, ha confirmado la hipótesis de Avogadro, de Ampère y de Dumas sobre la constitución semejante de las sustancias en estado aeriforme; es decir, que volúmenes iguales de estas sustancias, bien sean simples o compuestas, contienen un número igual de moléculas, pero no un número igual de átomos, puesto que las moléculas de las diversas sustancias, o las de la misma sustancia en sus diferentes estados, pueden contener un número distinto de átomos, tanto si son de la misma como de distinta naturaleza”.<sup>[16]</sup>

Para calcular los pesos atómicos y relacionarlos con los pesos moleculares hace uso de la hipótesis de Avogadro (1811) y de Ampère (1814), de la ley de Gay-Lussac (1810–1882) sobre los volúmenes de combinación de los gases enunciada en 1808 y que formula así: “los gases en cualesquiera que sean las proporciones en las que se pueden combinar, dan siempre lugar a compuestos cuyos elementos, medidos en volumen, son siempre múltiplos uno de otro”. Para determinar los pesos moleculares de los líquidos recurre al método de Dumas (1826). Con este método, Dumas demostró que el peso molecular de algunos compuestos orgánicos era directamente proporcional a su densidad de vapor. Por último, para calcular el peso atómico de los elementos sólidos emplea la ley de Dulong y Petit (1819). Esta ley establece que “el producto del calor específico de cualquier elemento sólido por su

peso atómico es prácticamente constante e igual a 6,3 (expresado en cal/°C at-g)”.

Cannizzaro construye una tabla con 33 sustancias algunas de las cuales son alótropos y determina el peso atómico de 31 elementos químicos distintos. Es la primera gran relación con pesos moleculares y atómicos semejantes a los que hoy conocemos. Establece la *ley de los átomos* en la que introduce el concepto de átomo: “las diferentes cantidades del mismo elemento contenido en distintas moléculas son todas ellas múltiplos enteros de una misma cantidad, que, siendo entera siempre, debe llamarse por esta razón átomo”. En la Tabla 2, se recogen los pesos atómicos de los elementos establecidos por Cannizzaro y recogidos en su artículo “Sunto” comparados con los actuales de la IUPAC.

**Tabla 2.** Relación de los 31 pesos atómicos establecidos por Cannizzaro (1858) comparados con los de la IUPAC (2007).

Elemento	Cannizzaro <sup>a</sup>	IUPAC <sup>b</sup>
Hidrógeno, H	1	1,0079
Oxígeno, O	16	15,999
Azufre, S	32	32,065
Fósforo, Ph	31	30,974
Cloro, Cl	35,5	35,453
Bromo, Br	80	79,904
Yodo, I	127	126,90
Nitrógeno, Az	14	14,007
Arsénico, As	75	74,922
Mercurio, Hg	200	200,59
Hierro, Fe	56	55,045
Carbono, C	12	12,011
Boro, Bo	11	10,811
Estaño, Sn	117,6	118,71
Titanio, Ti	56	47,867
Silicio, Si	28	28,086
Circonio, Zr	89	91,224
Aluminio, Al	27	26,982
Cromo, Cr	53	51,996
Cobre, Cu	63	63,546
Oro, Au	196,32	196,97
Cinc, Zn	66	65,409
Plomo, Pb	207	207,2
Manganeso, Mn	55	54,938
Platino, Pt	197	195,08
Calcio, Ca	40	40,078
Magnesio, Mg	24	24,305
Bario, Ba	137	137,33
Plata, Ag	108	107,87
Potasio, K	39	39,098
Sodio, Na	23	22,990

<sup>a</sup> *Sunto di un corso di filosofia chimica* (1858).

<sup>b</sup> *Pure Appl. Chem.* **2007**, *81*, 2131–2156.

\* Se han subrayado cuatro elementos que muestran diferencias en sus símbolos o en su peso atómico.



Es de justicia destacar la importancia del “Sunto” ya que fue traducido, entre otros idiomas, al alemán por Arturo Miolati y editado por Lothar Meyer en *Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften*, n° 30 (Leipzig, Engelmann, 1891) con el título “Abriss eines Lehrganges der Theoretischen Chemie vortragen an der K. Universität Genua vor Prof. S. Cannizzaro Herausgegeben von Lothar Meyer” y al inglés en *Alembic Club Reprints*, n° 18 (Edimburgo, 1911) con el título “Sketch of a course of chemical philosophy”. En el centenario de su publicación, fue traducido al español, comentado, reproducido y editado por Román bajo el título “Compendio de un curso de filosofía química”.<sup>[17]</sup>

## El Congreso de Karlsruhe

El caos se había apoderado de la Química en las postrimerías de la década de 1850. La situación era tan caótica, que bien se podía asemejar a la bíblica torre de Babel. Los químicos hablaban distintos lenguajes a la hora de nombrar los compuestos, formulaban el mismo compuesto de manera diversa y había graves enfrentamientos personales entre los representantes de las diferentes escuelas, a veces, incluso, entre los de la misma escuela. Además, la situación llegaba a alcanzar cotas inimaginables a la hora de expresar los compuestos. Baste recordar que Kekulé denunció en 1858 que el ácido acético se podía formular de 19 maneras diferentes, y lo que era peor, todo químico orgánico debería tener sus propias fórmulas para sentirse más importante. Por otro lado, el agua se podía representar con cuatro fórmulas diferentes:  $H_2O$ ,  $HO$ ,  $HO$ , y  $H_2O_2$ .<sup>[18]</sup> Ante tan anárquica situación, el químico alemán Kekulé, catedrático de Química en la Universidad de Gante, Bélgica, consideró oportuno celebrar un congreso internacional de químicos dedicado a la definición de los conceptos químicos de átomo, molécula, equivalente, atomicidad, basicidad, las fórmulas químicas, y la uniformidad de la notación y nomenclatura químicas. En el otoño de 1859, hizo partícipes de su idea a los profesores Carl Weltzien, catedrático de Química en el Instituto de Tecnología (Technische Hochschule, en alemán) de Karlsruhe, y Charles Adolphe Wurtz, catedrático de Química Orgánica de la Facultad de Medicina de París. Wurtz fue un gran defensor de la teoría atómica, que junto con sus ideas sobre las estructuras de los compuestos químicos le enfrentaron a Marcellin Berthelot y Etienne Henri Sainte-Claire Deville (1817–1884).

A finales de marzo de 1860, se encontraban Kekulé, Weltzien y Wurtz (Figura 4) en París para definir las etapas siguientes y poner en marcha el plan de trabajo. Se elaboró una comunicación que fue enviada a los 45 químicos más importantes de Europa solicitando su participación y colaboración para la distribución de la invitación entre sus círculos científicos. Estos fueron: Babo, Balard, Beketoff, Boussingault, Brodie, Bunsen, Bussy, Cahours, Cannizzaro, Deville, Dumas, Engelhardt, Erdmann, Fehling, Frankland, Frémy, Fritzsche, Hlasiwetz, Hofmann, Kekulé, Kopp, Liebig, Malaguti, Marignac, Mitscherlich, Odling, Pasteur, Payen, Pebal, Peligot, Pelouze, Piria, Regnault, Roscoe, Schoetter, Socoloff, Staedler, Stas, Strecker, Weltzien, Will, Williamson, Wöhler, Wurtz y Zinin.<sup>[19,20]</sup>

De los cuarenta y cinco químicos invitados, sólo asistieron los veinte siguientes: Babo, Boussingault, Bunsen,

Cannizzaro, Dumas, Erdmann, Fehling, Hlasiwetz, Kekulé, Kopp, Marignac, Odling, Pebal, Roscoe, Stas, Strecker, Weltzien, Will, Wurtz y Zinin. Según de Milt,<sup>[19]</sup> parece que los químicos estadounidenses no fueron invitados. De haberlo sido, algunos de ellos, a pesar de la premura de la convocatoria hubieran asistido, como Oliver Wolcott Gibbs (1822–1908) y Thomas Sterry Hunt (1826–1892), ya que estaban muy interesados en el desarrollo de la teoría unitaria y de la nueva teoría de los tipos de Gerhardt.



**Figura 4.** Kekulé (izquierda), Weltzien (centro) y Wurtz, convocantes del Congreso de Karlsruhe.

La carta fue escrita en alemán, francés e inglés. La versión alemana está fechada en Karlsruhe el 10 de julio de 1860, mientras que la versión inglesa está datada con fecha del 1 de julio. El verdadero objetivo del Congreso, tal como se exponía en la carta, era: “*La definición de importantes conceptos químicos, tales como los expresados por las palabras átomo, molécula, equivalente, atomicidad, basicidad, etc.; discusión de los equivalentes verdaderos de los cuerpos y sus fórmulas; la institución de una notación uniforme y una nomenclatura racional*”. Parecía que los temas a debatir durante el congreso estaban hechos a la medida de las ideas sostenidas por Cannizzaro en su publicación de 1858.<sup>[17]</sup>

El Primer Congreso Internacional de Químicos, que comenzó el 3 de septiembre de 1860 y finalizó el 5 del mismo mes, brindó a Cannizzaro la oportunidad de defender y difundir sus ideas entre la comunidad de químicos asistentes. A este congreso acudieron 127 participantes de once países europeos y México. Concurrieron químicos en representación de los siguientes doce países –entre paréntesis se indica el número de participantes– (Tabla 3). Entre ellos hay que destacar la presencia de dos jóvenes y entusiastas químicos: el alemán Julius Lothar Meyer y el ruso Dimitri Ivánovich Mendeléiev, que tenían 30 y 26 años, respectivamente.<sup>[12]</sup> La edad media de 89 de los 127 participantes era de treinta y nueve años. El químico de mayor edad asistente al Congreso de Karlsruhe fue el químico británico Charles Giles Bridle Daubeny (1795–1867), que tenía 65 años, y los más jóvenes el alemán Frederich Konrad Beilstein (1838–1906) y el escocés Alexander Crum Brown (1838–1922) que tenían 22 años.<sup>[19]</sup>

El congreso no logró sus objetivos de poner de acuerdo a los químicos participantes, pero sin duda alguna, el triunfador fue el italiano Stanislao Cannizzaro (Figura 5) quien destacó por su ardor, claridad de ideas y brillantez en su exposición. Angelo Pavesi (1830–1896), profesor de química en la Universidad de Pavía y amigo de Cannizzaro, distribuyó al final del congreso entre los participantes algunas copias del artículo de Cannizzaro *Sunto di un corso di filosofia chimica*

**Tabla 3.** Países participantes (12) y representantes (127) en el Congreso de Karlsruhe.

<b>Alemania (57)</b>
Babo, Baeyer, Becker, Beilstein, Bibra, Boeckmann, Braun, Bunsen, Carius, Erdmann, Erlenmeyer, Fehling, Finck, Finckh, Frankland, Fresenius, Geiger, Gorup-Besanez, Grimm, Guckelberger, Gundelach, Hallwachs, Heeren, Heintz, Hirzel, Hoffmann, Kassermann, Keller, Klemm, Knop, Kopp, Kuhn, Landolt, Lehmann, Ludwig, Mendius, Meyer, Mühlhäuser, Muller, Naumann, Nessler, Neubauer, Petersen, Quinke, Scherer, Schiel, Schmidt, Schneyder, Schroeder, Schwarzenbach, Seubert, Strecker, Streng, Weltzien, Will, Winkler y Zwenger.
<b>Austria (7)</b>
Folwarezny, Hlasiwetz, Lang, Lieben, Pebal, Wertheim y Schneider.
<b>Bélgica (3)</b>
Donny, Kekulé y Stas.
<b>España (1)</b>
Torres Muñoz de Luna.
<b>Francia (21)</b>
Béchamp, Boussingault, Dumas, Friedel, Gautier, Grandeau, Jacquemin, Kestner, Le Canu, Nicklès, Oppermann, Persoz, Reichauer, Riche, Scheurer-Kestner, Schlagdenhaussen, Schneider, Schützenberger, Thénard, Verdét y Wurtz.
<b>Gran Bretaña (17)</b>
Abel, Anderson, Apjohn, Crum Brown, Daubeny, Duppa, Foster, Gladstone, Griffeth, Guthrie, Müller, Noad, Normandy, Odling, Roscoë, Schickendantz y Wanklyn.
<b>Italia (2)</b>
Cannizzaro y Pavesi.
<b>México (1)</b>
Posselt.
<b>Portugal (1)</b>
J. Augusto Simões-Carvalho.
<b>Rusia (7)*</b>
Borodin, Mendeléiev, Lesinski, Natanson, Sawitsch, Schischkoff y Zinin.
<b>Suecia (4)</b>
Bahr, Berlin, Blomstrand y Gilbert.
<b>Suiza (6)</b>
Bischoff, Brunner, Marignac, Planta, Schiff y Wislicenus.

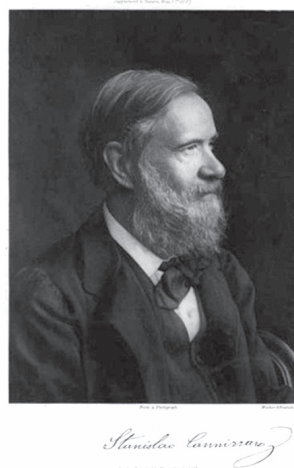
\* En aquella época Polonia formaba parte de Rusia y sus participantes aparecen conjuntamente.

publicado en forma de fascículo en Pisa dos años antes. En la Figura 6, se presenta la portada del fascículo distribuido por Pavesi entre los asistentes al congreso.

En su artículo Cannizzaro exponía con total claridad las ideas que había defendido tan apasionadamente sobre la teoría atómica, basadas en la adopción de la hipótesis de Avogadro (1811) y Ampère (1814), la ley de Gay-Lussac sobre los

volúmenes de combinación de los gases (1808), el método de Dumas para la determinación de los pesos moleculares de los líquidos (1826), la ley de Dulong y Petit (1819) y el sistema de pesos atómicos de Gerhardt, que corrigió el mismo Cannizzaro. Sus ideas fueron entendidas tras una detenida lectura por Lothar Meyer a su regreso a Breslau (en la actualidad, Wrocław) quien lo manifestó de este modo: “Yo también recibí un ejemplar que metí en mi bolsillo con el objeto de leerlo luego. Lo leí repetidas veces en el viaje de regreso y también en casa y me sorprendió la claridad del pequeño folleto y lo acertado de la solución que en él se daba a la mayor parte de las cuestiones discutidas. Sentí como si las escamas cayeran de mis ojos y las dudas desaparecieran y fueron reemplazadas por una sensación de pacífica seguridad”.<sup>[12]</sup>

Las actas oficiales del Congreso de Karlsruhe fueron publicadas por Wurtz.<sup>[21,22]</sup> El Congreso permitió el conocimiento mutuo de científicos que trabajaban en Química y a este hecho se refería Meyer (Figura 7) de este modo: “Para nosotros, que nos iniciábamos en la docencia, el encuentro con tantos respetados colegas representó un aliciente tan grande que hizo que aquellos tres días de Karlsruhe fueran para nosotros inolvidables”.

**Figura 5.** Stanislao Cannizzaro (1826–1910).**Figura 6.** Portada del fascículo que contenía el “Sunto” distribuido por Pavesi entre los asistentes al congreso.

## La proyección del Congreso de Karlsruhe y el desarrollo de la tabla periódica

Además de su contribución al desarrollo de la teoría atómica y molecular, el Congreso de Karlsruhe representa el primer congreso internacional de química para abordar grandes problemas por los químicos a escala supranacional. Fue el modelo a imitar en los años venideros para que los químicos pudieran resolver los problemas a nivel internacional cuando no podían solucionarse a nivel local. Nuevas dificultades obligaron a convocar otros congresos internacionales. Así, en 1889, surgió el grave problema de nombrar los compuestos químicos orgánicos por lo que fue preciso convocar en París el Congreso Internacional de Químicos aquel mismo año.<sup>[20]</sup> Se constituyó una comisión interina, que elevó un informe al Congreso Internacional de Químicos celebrado en Ginebra en 1892, que fue aprobado por cerca de cuarenta químicos asistentes. Estos crearon la base del sistema de nomenclatura de química orgánica de Ginebra. El Congreso Internacional de Químicos continuó reuniéndose con regularidad hasta la I Guerra Mundial. Después de la guerra, era necesaria una organización internacional de químicos reconocida que hiciera posible el rápido progreso de la Química en las últimas décadas. En 1911, nace en París la Asociación Internacional de Sociedades Químicas, que daría paso en 1919 a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC en sus siglas inglesas).

Mendeléiev (Figura 7) también recibió un gran impacto durante el Congreso de Karlsruhe. El químico ruso se encontraba en Heidelberg becado por el gobierno de su país. La trascendencia del Congreso para el futuro desarrollo de la química, lo manifiesta el mismo Mendeléiev, quien hizo su resumen personal del Congreso fechado el 7 de septiembre de 1860 en Heidelberg y dirigido a su maestro y mentor Alexander Voskresenski (1809–1880):<sup>[23]</sup> *“La tercera sesión, 5 de septiembre, se dedicó al problema de los pesos atómicos, principalmente del carbono: si se acepta el nuevo peso de 12 o permanece el anterior de 6, hasta que sea empleado por casi todos. Tras un largo debate, en su última sesión, 5 de septiembre, J. Dumas hizo una brillante disertación proponiendo usar el nuevo peso atómico sólo en química orgánica y dejar el viejo para la inorgánica. Contra esto Cannizzaro habló apasionadamente, mostrando que todos deberían usar el mismo nuevo peso atómico. No hubo votación sobre esta cuestión, pero la gran mayoría se puso del lado de Cannizzaro”*.

Mendeléiev en uno de sus escritos dejó un breve resumen sobre el impacto que produjo el Congreso de Karlsruhe en el mundo científico: *“En 1860, químicos de todas partes del mundo se reunieron en Karlsruhe, si no para unificar sus concepciones acerca de los átomos, al menos para entenderse sobre su representación definitiva. Muchos de los que entonces asistieron al Congreso se acordarán probablemente de cómo fueron vanas las esperanzas de llegar a un acuerdo, y cómo entonces los partidarios de la teoría unitaria, tan brillantemente representada por Cannizzaro, ganaron terreno... A pesar de que no se llegara a un acuerdo, los fines de la reunión fueron alcanzados, pues en pocos años se reconoció que las ideas de Cannizzaro eran las únicas que podían resistir a la crítica, y que representaban el átomo como la porción más pequeña de un elemento que entra en la molécula de sus compuestos”*.<sup>[16]</sup>

Desde que se dieron a conocer en 1860 los pesos atómicos determinados por Cannizzaro, muchos fueron los científicos que vieron en ellos la posibilidad de buscar una ordenación que permitiera su organización. Entre las más de cincuenta propuestas de clasificación periódica se pueden destacar las realizadas por Döbereiner, Gladstone, Newlands, de Chancourtois, Dumas, Strecker, Lenssen, Pettenhofer, Odling, Meyer y Mendeléiev. La clave estaba en los pesos atómicos propuestos por Cannizzaro en Karlsruhe. En menos de una década, todos ellos colaboraron para llegar a la propuesta de la tabla periódica moderna de los elementos químicos.



**Figura 7.** Julius Lothar Meyer (izquierda) y Dimitri Ivánovich Mendeléiev.

El químico alemán Meyer fue uno de los primeros en adoptar el sistema de Cannizzaro y divulgarlo entre los químicos alemanes al incorporarlo en su libro *Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik* (“Las modernas teorías de la química y su importancia para la química estática”) en 1864, contribuyendo de este modo a la difusión de las nuevas ideas desarrolladas por Cannizzaro sobre la teoría atómica. El sistema propuesto por Cannizzaro presentaba para los químicos las siguientes ventajas: 1) un único peso atómico para cada elemento químico; 2) las fórmulas de las sustancias simples tienen sentido y se pueden determinar con exactitud al dividir su peso molecular por el peso atómico del elemento y se obtiene la atomicidad de la sustancia simple. De igual modo, los polímeros tienen fórmulas diferentes a las de los correspondientes monómeros; y 3) los pesos atómicos y sus fórmulas derivadas están de acuerdo con la ley de Dulong y Petit y el isomorfismo.<sup>[12]</sup>

La influencia que ejerció el Congreso de Karlsruhe y las ideas de Cannizzaro en el desarrollo de la ley periódica fueron reconocidas por Mendeléiev cuando escribió: *“Considero como una etapa decisiva en el desarrollo de mi pensamiento sobre la ley periódica, el año 1860, el del Congreso de Químicos de Karlsruhe, en el que participé, y las ideas expresadas en este congreso por el químico italiano S. Cannizzaro. Le tengo por mi verdadero precursor, pues los pesos atómicos establecidos por él me han dado un punto de apoyo indispensable. He observado que los cambios de los pesos atómicos que él proponía aportaban una nueva armonía a las agrupaciones de Dumas, y desde entonces tuve la intuición de una posible periodicidad de las propiedades de los elementos siguiendo el orden creciente de los pesos atómicos. Me detuve, sin embargo, por la inexactitud de los pesos atómicos adoptados en la época; una sola cosa estaba clara: que había*



que trabajar en esa dirección”.[12] Mendeléiev mantuvo una estrecha relación durante el congreso con Dumas, Cannizzaro y Wurtz, al que ya había conocido en París.[16]

Meyer halló una interesante correlación entre los volúmenes de los elementos químicos y sus pesos atómicos en 1864, pero no la publicó hasta 1870, mientras que Mendeléiev utilizó su *ley periódica* de los pesos atómicos y la puso en limpio el día 1 de marzo de 1869, según el calendario gregoriano, y la mandó a la imprenta (Figura 8). Además, las conclusiones de Meyer eran más inciertas y no sabía como justificar las anomalías de su tabla: los elementos que no seguían el orden establecido, los que no encajaban en el grupo que aparentemente les correspondía y la presencia de huecos de difícil explicación. No supo rebatir las críticas entre los hechos y su clasificación periódica; Mendeléiev por el contrario, pasó al ataque, ya que estaba dispuesto a defender su *ley periódica* hasta sus últimas consecuencias.[12]

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,  
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СВОЙСТВѢ

Н=1	В=9,4	Мg=24	Зn=65,2	Сd=112	Р=150.
	В=11	Аl=27,4	Г=68	Сr=116	Аu=197?
	С=12	Si=28	Т=50	Sn=115	
	Н=14	Р=31	As=75	Sb=122	Вl=210?
	О=16	S=32	Se=78,4	Te=128?	
	Р=19	Сl=35,5	Вr=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204.
		Ca=40	Str=87,6	Ba=137	Pb=207.
		Г=45	С=92		
		У=56	La=94?		
		У=60	Di=95?		
		У=75,6	Th=118?		

Д. Менделѣевъ.

**Figura 8.** Primera versión de la tabla periódica moderna de los elementos químicos propuesta por Mendeléiev (1869).

En 1912, Tilden resumió su trabajo en la Conferencia en Memoria de Cannizzaro ante la *Chemical Society* y concluyó: “Hay, de hecho, una única ciencia química y un único conjunto de pesos atómicos”. Era la mejor forma de reconocer al químico italiano su aportación por haber conseguido que los verdaderos pesos atómicos permitieran a Meyer y Mendeléiev formular la ley periódica a finales de la década de los años 1860.[24]

Tanto Meyer como Mendeléiev utilizaron los pesos atómicos adoptados por Cannizzaro, lo que significaba trabajar con los datos más fiables de la época, a pesar de que alguno de ellos fuera inexacto –como era el caso del peso atómico del titanio– y tuviera que ser corregido con posterioridad. Hoy sabemos que en 1860, se conocían 59 elementos químicos. En cualquier caso, las ideas expresadas por Cannizzaro en su artículo *Sunto di un corso di filosofia chimica* y defendidas con tanto ardor, claridad y brillantez en Karlsruhe, supuso un gran progreso no sólo en la química moderna, sino en la ciencia, en general, al poner orden en el caos reinante y establecer con claridad los conceptos de átomo, molécula, atomicidad, basicidad, peso atómico y peso molecular, que permitieron avanzar en el desarrollo de la tabla periódica de los elementos químicos y las pautas que orientaron el futuro de esta ciencia en los años venideros.[12,17]

En 2000, Román[25] realizó una interesante revisión de los personajes que contribuyeron al desarrollo del Congreso de Karlsruhe con sus ideas o su participación.

Recientemente, Cid[26] enfatizó la importancia de este congreso con ocasión de la celebración del 140 aniversario de la publicación de la tabla periódica y el 90 aniversario de la creación de la IUPAC.

## Bibliografía

1. C. Djerassi, R. Hoffmann, *Oxygen. A play in 2 acts*, Wiley-VCH, Weinheim, **2001**
2. C. Djerassi, R. Hoffmann, *Oxígeno. Obra en 2 actos*, Fondo Cultura Económica, México, **2003**.
3. G. A. Cook, C. M. Lauer, *Oxygen*. En C. A. Hampel *The Encyclopedia of the Chemical Elements*, Reinhold Book Corporation, New York, **1968**, pp. 499–512.
4. J. Emsley, *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*, Oxford University Press, Oxford, England, UK, **2001**, pp. 297–304.
5. P. H. Raven, R. F. Evert, S. E. Eichhorn, *Biology of Plants, 7th Edition*. W. H., Freeman and Company Publishers. New York, **2005**, pp. 115–127.
6. J. Priestley, *Phil. Trans.* **1775**, 65, 384–394.
7. *Oxygen*, Merriam-Webster Online Dictionary, <http://bit.ly/b6UB7j> visitada el 22/03/2010.
8. P. Cintas, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2004**, 43, 5888–5894
9. G. de Morveau, A. L. Lavoisier, C.-L. Berthollet, A. de Fourcroy, *Méthode de nomenclature chimique*, Chez Cuchet, París, **1787**.
10. J. R. Bertomeu Sánchez, A. García Belmar, *La revolución química. Entre la historia y la memoria*, Universidad de Valencia, Servicio de Publicaciones, Valencia, **2006**.
11. A.-L. Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes*, Chez Cuchet, París, **1789**.
12. P. Román Polo, *Mendeléiev: el profeta del orden químico*, 2ª edición, Nivola libros y ediciones, S. L., Madrid, **2008**.
13. S. Cannizzaro, “Appunti autobiografici”. En *Scritti vari e lettere inedite nel centenario della nascita*, Tipografia Leonardo da Vinci, Roma, **1926**, 3–10.
14. S. Cannizzaro, *Il Nuovo Cimento* **1858**, 7, 321–366.
15. S. Cannizzaro, “Lezione sulla teoria atomica fatta nella R. Università di Genova nell'anno 1858”, *Liguria Medica* **1858**, 5–6.
16. P. Román Polo, *An. Quím.* **2010**, 106(2), 137–144.
17. E. Cannizzaro, “Compendio de un curso de filosofía química”. Traducido, comentado y editado por P. Román Polo, Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, **2009**.
18. H. Hartley, *Notes Rec. R. Soc. London* **1966**, 21, 56–63.
19. C. de Milt, *J. Chem. Educ.* **1951**, 28, 421–425.
20. A. J. Ihde, *J. Chem. Educ.* **1961**, 38, 83–86.
21. R. Anschütz, “Karlsruhe Congress”, en *August Kekulé*, Verlag Chemie, Berlin, **1929**, 2 vols. publicado como Apéndice VIII (vol. 1, pp. 671–688).
22. C. Giunta, *Selected classic papers*. “Karlsruhe Congress, 1860, account written by Charles-Adolphe Wurtz. The first international chemistry congress debates the reality and terminology of atoms and equivalents” <http://bit.ly/9KrG9x>, visitada el 18/02/2010.
23. D. I. Mendeleev, “Carta a Voskresenski”, En *Dmitrii Ivanovich Mendeleev, his Life and Works*, M. I. Mladentsev, V. E. Tischenko, U.S.S.R. Academy of Sciences, **1938**, vol. 1, 250–258.
24. W. A. Tilden, *J. Chem. Soc.* **1912**, 101, 1667–1693.
25. P. Román Polo, *An. Quím.* 2ª época, **2000**, 4, 45–53.
26. R. Cid Manzano, *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.* **2009**, 6(3), 396–407.