

El Congreso de Karlsruhe y sus personajes*

Pascual Román Polo

Departamento de Química Inorgánica, Universidad del País Vasco. 48080 Bilbao.

E-mail: qipropop@lg.ehu.es

Resumen: *El Primer Congreso Internacional de Químicos se celebró hace 140 años en la ciudad alemana de Karlsruhe durante los días 3, 4 y 5 de septiembre de 1860. El Congreso de Karlsruhe fue el acontecimiento científico más importante de la segunda mitad del siglo XIX. Fue el primer congreso que, a nivel internacional, celebró la comunidad científica y sirvió de modelo a las demás áreas de la ciencia y de referente a los congresos internacionales de química que tuvieron lugar con posterioridad. Por iniciativa de Kekulé, y con la colaboración de Weltzien y Wurtz, se convocó un congreso para debatir sobre los conceptos de átomo, molécula, equivalente, peso atómico, peso molecular y peso equivalente; y sobre notación y formulación química, con el fin de acabar con el desorden imperante entre los químicos. Se reunieron 127 químicos europeos, entre ellos un representante español, y un químico en representación de México. Aunque no se lograron los resultados esperados, el Congreso de Karlsruhe fue el catalizador que lanzó la química hasta cotas nunca soñadas a finales del siglo XIX.*

Palabras clave: Congreso . Internacional . Químicos . Karlsruhe

INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XIX, gracias a las importantes aportaciones del físico y químico británico John Dalton (1766–1844) que propuso la teoría atómica de la materia (1803) y una tabla de pesos atómicos, se produjo un espectacular avance en el conocimiento de la química. La teoría atómica tuvo que enfrentarse con la teoría de los equivalentes, como años antes la teoría de la combustión, propuesta por Lomonossov (1711–1765) y Lavoisier

(1743–1794), lo había hecho con la teoría del flogisto. A comienzos del siglo XIX la química era considerada como una ciencia exacta y se habían establecido la *ley de la composición constante* (Dalton, 1803), la *ley de las proporciones múltiples* (Dalton, 1804), la *ley de las proporciones definidas* (Proust, 1808) y el propio John Dalton había publicado la primera parte de su libro *New System of Chemical Philosophy* (Manchester, 1808) en el que introducía la teoría atómica. En los años 1830–1840 se había tomado como referencia el sistema de pesos atómicos de Jöns Jacob Berzelius (1779–1848). En la década siguiente hubo un cierto consenso al tomar como sistema de re-

ferencia el propuesto por Leopold Gmelin (1788–1853). Sin embargo, durante el periodo 1850–1860 la comunidad química se había convertido en una torre de Babel. Había una guerra declarada entre los atomistas y los equivalentistas. Pero dentro de cada bando existían serias diferencias. Cada escuela, generalmente liderada por un químico de gran prestigio, adoptaba su propio sistema y entre los diferentes grupos no se ponían de acuerdo. Átomos, moléculas y equivalentes y las formas de expresarlos físicamente a través de la masa: peso atómico, peso molecular y peso equivalente, se confundían generando un caos entre los químicos de la época. Los pesos ató-

* El presente trabajo forma parte del libro *El profeta del orden químico: Mendeleev*, que será publicado por Nivola libros y ediciones, S. L. en los primeros meses del año 2001.

DALTON (1766-1844)

John Dalton nació el 6 de septiembre de 1766 en Eaglesfield (Cumberland, Inglaterra) y falleció el 27 de julio de 1844 en Manchester a los 77 años de edad. Químico y físico británico que desarrolló la teoría atómica de la materia y se le conoce por ello, como uno de los padres de la física y química modernas.

Dalton era hijo de un tejedor cuáquero. De muy joven, ya mostró gran interés por la enseñanza en la escuela cuáquera donde impartió sus primeras clases. A los 24 años, fue profesor de matemáticas y filosofía natural en el New College de Manchester, un colegio perteneciente a los presbiterianos para enseñar tanto a los hombres de leyes como a los futuros pastores de esta iglesia; en aquella época sólo asistían a las clases de las Universidades de Cambridge y Oxford los miembros de la iglesia de Inglaterra.

En 1800 fue nombrado secretario de la Sociedad Filosófica y Literaria de Manchester donde impartió clases públicas y privadas de matemáticas y química. En 1817 ocupó la presidencia de la Sociedad Filosófica, cargo honorario que desempeñó hasta su muerte. En sus primeros años de enseñante, Dalton tuvo el apoyo de dos cuáqueros cultos y ricos –Elihu Robinson y John Gough–, que le introdujeron en las matemáticas y la meteorología. En 1793, Dalton publicó *Ensayos y observaciones meteorológicas* con los datos que había recogido diariamente desde 1787. También se interesó por las colecciones botánicas y de insectos, y realizó interesantes estudios sobre la aurora boreal. Fue el primero en confirmar la teoría de que la lluvia no es provocada por la variación de la presión atmosférica sino por disminución de la temperatura.

En 1794, publicó el ensayo *Hechos extraordinarios relativos a la visión de los colores* en el que postulaba que la deficiencia en la percepción del color se debía a la decoloración del líquido medio del globo ocular. La teoría de Dalton perdió credibilidad en su época; sin embargo, la investigación sistemática y metódica que llevó a cabo fue reconocida más tarde al dar el nombre de *daltonismo* a la ceguera al color.

Cuando Dalton enseñó química durante seis años en el New College no tenía experiencia en investigación. Sus primeros estudios sobre los gases le condujeron al desarrollo de la *ley de las presiones parciales* –conocida como *ley de Dalton*–,

que establece que la presión en un punto de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases en la mezcla, en la que cada gas actúa independientemente. De los experimentos llevados a cabo por Dalton, resulta la *ley de Charles*, –que debería atribuirse a Dalton–, según la cual el gas se expande cuando aumenta la temperatura ($V/T = V'/T'$). Sus análisis de la atmósfera mostraban que éstos eran constantes en composición a 15.000 pies (4.572 metros).

Dalton fue un infatigable experimentalista e investigador, dotado de un talento excepcional, que le permitió formular la teoría atómica de la materia a partir de los datos experimentales conocidos hasta entonces. Dalton desarrolló un sistema para representar los símbolos químicos y una tabla de pesos atómicos en 1803. Además, formuló la teoría de que una combinación química de diferentes elementos tiene lugar en una relación numérica sencilla de sus pesos, que le condujo al desarrollo de las *leyes de las proporciones múltiples*. Sin lugar a dudas, su obra más genial fue la *teoría atómica*, en la que postulaba que todos los elementos químicos se componen de partículas diminutas, indivisibles e indestructibles, llamadas átomos, que son todas iguales y tienen el mismo peso atómico. En el desarrollo de la *teoría atómica* de Dalton ejercieron gran influencia las ideas de Newton. La mayor parte de sus estudios y publicaciones fueron recogidos en su libro *New System of Chemical Philosophy* que apareció publicado en dos partes, la primera en 1808 y la segunda en 1810.

Soltero, independiente, con pocos amigos, dedicado al trabajo científico y sin tener en cuenta las aportaciones de los demás, Dalton se dedicó en cuerpo y alma a la búsqueda de respuestas a los problemas científicos. Fue un hombre sencillo que permaneció fiel a la doctrina cuáquera durante toda su vida.

No se conocen con exactitud las diferentes contribuciones a la teoría atómica ya que sus documentos fueron destruidos durante los bombardeos de Inglaterra en la II Guerra Mundial. Fue socio de la Royal Society, de la que recibió la Medalla de Oro (Gold Medal) en 1826 –el equivalente al Premio Nobel de Química de la época– y miembro correspondiente de la Academia de Ciencias Francesa. Dalton fue socio cofundador de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia. Su muerte fue muy sentida, y más de 40.000 personas acudieron a rendirle homenaje en Manchester.

micos de una escuela diferían de los de las demás, estableciéndose afinidades y rechazos entre las distintas escuelas.

Poco a poco la teoría atómica iba ganando partidarios frente a los que defendían la teoría del equivalentismo. Entre los atomistas la notación de Gerhardt sirvió de punto de encuentro, aunque algunos de sus partidarios la

revisaron y corrigieron. Sin embargo, la situación al final de la década de los años 1850 era de auténtica confusión, ya que una misma fórmula podía representar a varios compuestos, y a la inversa, un mismo compuesto podía ser representado por fórmulas diferentes según el sistema utilizado. En esta situación, Kekulé (1829–1896) decidió convocar un congreso sobre notación

y formulación química con el fin de acabar con aquel desorden. Así, surgió la idea de convocar a los químicos europeos en Karlsruhe.

El pasado mes de septiembre se conmemoró el 140 aniversario del Primer Congreso Internacional de Químicos celebrado en la ciudad alemana de Karlsruhe durante los días 3, 4 y 5 de septiembre de 1860. Sin duda alguna,

el Congreso de Karlsruhe fue el acontecimiento científico más impactante de la segunda mitad del siglo XIX. Fue el primer congreso que, a nivel internacional, celebró la comunidad científica y sirvió de modelo a las demás áreas de la ciencia y de referente a los congresos internacionales de química que tuvieron lugar con posterioridad.

DALTON, AVOGADRO Y GERHARDT

Aunque Dalton, Avogadro (1776–1856) y Gerhardt (1816–1856), tres grandes químicos de comienzos del siglo XIX, no estuvieron presentes en Karlsruhe, si lo estuvieron sus ideas a través de otros ilustres químicos que las defendieron apasionadamente. De entre todos ellos destacó por su ardor, claridad de ideas y brillantez en su exposición el químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826–1910).

En 1811, un joven abogado italiano, Amedeo Avogadro (1776–1856), que decidió consagrar su vida a su gran vocación: la ciencia y supo discernir los átomos de las moléculas. Enunció el principio que lleva su nombre y del que emanaría la constante universal que recibió el nombre de *número de Avogadro*. Según Avogadro, las últimas partículas de los gases elementales no son átomos sino agregados de átomos –generalmente dos– a los que dio el nombre de moléculas y que en *“volúmenes iguales de todos los gases, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura, existen igual número de moléculas”*. A la misma conclusión que Avogadro e independientemente de él, llegó André Marie Ampère (1775–1836) tres años más tarde.

Desgraciadamente, este principio permaneció ignorado para la mayoría de los químicos europeos de su tiempo. El principio de Avogadro fue redescubierto casi 50 años más tarde (1858) por Stanislao Cannizzaro, quien lo recogió en su publicación *“Sunto di un corso di filosofia chimica”*, es decir, *“Esquema de un curso de filosofía química”*. El retraso que se produjo en el desarrollo de la química mundial

se debió al escaso interés de los químicos consagrados por las aportaciones realizadas por científicos que trabajaban en solitario alejados de las grandes escuelas. La confusión que reinaba entre los químicos de la primera mitad del siglo XIX se hubiera disipado de haber tenido en cuenta las ideas de Amedeo Avogadro. Tal vez los dioses quisieron que permanecieran ocultas esperando que tres jóvenes químicos abrieran los ojos a una nueva realidad. La luz la aportó el químico italiano Cannizzaro que, rápidamente, fue captada por dos jóvenes científicos: el alemán Meyer y el ruso Mendeléiev.

En los albores del siglo XIX la química acababa de ser considerada como una ciencia exacta y se habían establecido la *ley de la composición constante* (Dalton, 1803), la *ley de las proporciones múltiples* (Dalton, 1804), la *ley de las proporciones definidas* (Proust, 1808) y el propio John Dalton había publicado la primera parte de su libro *New System of Chemical Philosophy* (Manchester, 1808) en el que introducía la teoría atómica química.

A mediados del siglo XIX, en la década de los años 50, la química, a pesar del gran desarrollo de la química orgánica, estaba sumida en una gran confusión. Además del conflicto entre los equivalentistas y los atomistas, en cada bando tampoco se ponían de acuerdo. Aunque estos últimos partían de la notación de Gerhardt, algunos de sus seguidores la revisaron y la corrigieron. En aquellos días una misma fórmula podía designar a varios compuestos y, a la inversa, un mismo compuesto podía representarse de varias formas dependiendo del sistema utilizado. Así, para el ácido acético Kekulé refirió diecinueve fórmulas diferentes.

KEKULÉ, TORRES MUÑOZ DE LUNA Y CANNIZZARO

Ante la caótica situación que atravesaba el mundo químico y con el fin de poner orden en la nomenclatura y formulación químicas a finales de la década, el gran químico alemán Kekulé

tuvo la idea de celebrar un congreso internacional de químicos dedicado a la discusión de la notación química con el fin de hacer llegar la luz a los químicos de todo el mundo. En el mes de marzo de 1859, hizo partícipes de su idea a los profesores Carl Weltzien (Heidelberg) y Adolphe Wurtz (París). A finales de marzo de 1860, se encontraban los tres en París para definir las etapas siguientes y poner en marcha el plan de trabajo. Se elaboró una comunicación que se hizo llegar a los 45 químicos más importantes de Europa solicitando su colaboración. Las cartas se escribieron en alemán, francés e inglés y las cartas alemanas están fechadas en Karlsruhe a 10 de julio de 1860. El verdadero objetivo del Congreso queda reflejado en la carta del modo siguiente: *“La definición de importantes conceptos químicos, tales como los expresados por los términos 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”*.

De los 45 químicos que fueron invitados inicialmente al Congreso de Karlsruhe sólo participaron 20. No asistió ningún representante de Estados Unidos, aunque Gibbs y Hunt hubieran participado de haber sido invitados. El informe oficial del Congreso fue escrito por Wurtz en francés y depositado en los Archivos de la Escuela Técnica de Karlsruhe.

Aunque se dice que asistieron 140 participantes, en la lista impresa aparecen 126 nombres según unos autores y 127 según otros. En la relación que sigue hemos tomado este último número por parecer el más riguroso. Acudieron químicos en representación de los siguientes doce países –entre paréntesis se indica el número de participantes– Alemania (57), Francia (21), Gran Bretaña (18), Austria (7), Rusia (7), Suiza (6), Bélgica (3), Suecia (3), Italia (2), España (1), México (1) y Portugal (1). En aquella época Polonia formaba parte de Rusia y aparecen conjuntamente. Entre los participantes hay que destacar la presencia de Cannizzaro, Meyer y Mendeléiev. México estuvo represen-

AVOGADRO (1776–1856)

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro, conde de Quaregna y de Cerrato, nació el 9 de agosto de 1776 en Turín (Italia) y murió el 9 de julio de 1856 en Turín a los 79 años. Abogado y científico italiano que introdujo el concepto de molécula en 1811, aunque permaneció oculto durante casi 50 años hasta que lo dio a conocer Stanislao Cannizzaro a la comunidad científica en el Congreso Internacional de Químicos de Karlsruhe (1860).

Hijo del conde Filippo Avogadro y Anna Maria Vercellone. Su padre ocupó relevantes cargos como abogado y senador y llegó a presidente del senado. Amedeo Avogadro fue a la escuela en Turín donde finalizó sus estudios de jurisprudencia a los 16 años y se doctoró cuatro años más tarde en derecho escolástico (1796), que practicó durante algunos años. Demostró desde muy joven un gran interés por la filosofía natural y en 1800 comenzó estudios privados de matemáticas y física. Su primer trabajo científico, en colaboración con su hermano Felice, sobre la electricidad data de 1803 y fue publicado con el título: *“Ensayo analítico sobre la electricidad”*.

En 1806, Avogadro fue nombrado profesor de prácticas en la Academia de Turín y en 1809 fue profesor de filosofía natural en el colegio de Vercelli. En 1820, cuando se estableció en la Universidad de Turín la primera cátedra de física matemática en Italia, fue ocupada por Avogadro. Por los avatares políticos de su país, la cátedra se suprimió en julio de 1822. Se restableció en 1832 y Avogadro volvió a ocuparla en 1834 hasta su jubilación en 1850.

Se casó con Felicita Mazzé con quien tuvo seis hijos. Fue un hombre trabajador, modesto, profundamente religioso y

al que gustaba trabajar solo. Esto hizo que su obra fuera poco conocida, especialmente, fuera de Italia.

En 1811, Avogadro publicó un artículo titulado: *“Ensayo sobre la manera de determinar las masas relativas de las moléculas elementales de los cuerpos y las proporciones en las que entran en estos compuestos”* (*Journal de Physique, de Chimique, d’Histoire Naturelle et des Arts*, de Délametherie, 1811, 73, 58–76) donde de un modo claro estableció la distinción entre átomos y moléculas. Señaló que Dalton había confundido los conceptos de átomos y moléculas. En realidad, los átomos de nitrógeno y oxígeno eran moléculas que contenían dos átomos cada una de ellas. Así, dos moléculas de hidrógeno pueden combinarse con una molécula de oxígeno para dar dos moléculas de agua. Gracias a este trabajo se daba respuesta a la analogía formal entre los “volúmenes” de Gay-Lussac y los “átomos” de Dalton.

Avogadro sugirió que *“volúmenes iguales de todos los gases a la misma temperatura y presión contienen el mismo número de moléculas”* lo que se conoce como *Principio de Avogadro*. El número de moléculas contenidas en un mol se denomina *número de Avogadro* (N) y actualmente se ha calculado que vale $N = 6,0221367 \times 10^{23}$ moléculas.mol⁻¹.

Las ideas de Avogadro a comienzos del siglo XIX fueron consideradas aberrantes para la filosofía química. Con los conceptos de la época era imposible que dos átomos de hidrógeno pudieran combinarse entre sí para producir una molécula de hidrógeno, ya que se pensaba que la combinación química tenía lugar por la afinidad de elementos distintos.

tado por Louis Posselt, mientras que el representante español fue Ramón Torres Muñoz de Luna que en 1860 tenía 37 años y era catedrático de Química en la Facultad de Filosofía de la Universidad Central de Madrid y profesor de Química y Física del Rey.

Se sabe que Torres Muñoz de Luna —al que se cita como *R. de Suna y Ramón de Luna*— intervino en la segunda sesión del Congreso de Karlsruhe celebrada el 4 de septiembre de 1860, que estuvo presidida por Boussingault. En dicha sesión se abordaron la definición de los términos *átomo y molécula, radical compuesto y átomo compuesto*. Estas definiciones no se aclararon hasta la brillante intervención de Cannizzaro del día siguiente. En aquella sesión, según el resumen de Wurtz, se

dice textualmente: *“Los Sres. Kekulé, Natanson, Strecker, Ramón de Luna, Niklès y Béchamp y otros miembros presentaron diversas observaciones en una u otra dirección, pero la discusión de esta cuestión, como la precedente, no condujo a resolución alguna para la asamblea”*. Desgradaciadamente no sabemos cual fue la posición mantenida por el representante español.

En la primera sesión del Congreso de Karlsruhe celebrada el lunes 3 de septiembre de 1860, fueron elegidos el presidente del Congreso, cuyo honor recayó en Weltzien, y seis secretarios: Kekulé, Odling, Roscoe, Strecker, Schischkoff y Wurt. Las sesiones de los días 3, 4 y 5 de septiembre fueron presididas por Weltzien, Boussingault y Dumas, respectivamente. El Congreso

permitió el conocimiento mutuo de científicos que trabajaban en Química y a este hecho se refería Lothar Meyer 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”*.

En el Congreso tuvieron un papel destacado Odling, que mantuvo la tesis de que no se podía asignar a un mismo elemento varios pesos atómicos, como sucedía al aceptar los equivalentes; sólo se podía admitir un peso único e invariable para cada elemento; Dumas, que asumiendo el punto de vista de Odling, propuso el sistema de pesos atómicos de Berze-

lius; y Cannizzaro, quien defendió el sistema de Gerhardt con ligeras modificaciones en los pesos atómicos de algunos metales, según aconsejaban los resultados obtenidos por el mismo. Sin duda alguna, la figura más deslumbrante del Congreso fue el químico italiano, quien tuvo brillantes intervenciones que pasaron desapercibidas para algunos congresistas. Otros químicos que participaron activamente, además de los tres citados, fueron Erdmann, Fresenius, Kekulé, Kopp, Strecker y Wurtz.

Las ideas de Cannizzaro no fueron aceptadas ya que Kopp y Erdmann propusieron que se dejase plena libertad a cada investigador en cuestiones científicas ante los enfrentamientos mantenidos entre Cannizzaro y Dumas y la indecisión de algunos grandes químicos. La resolución final del Congreso fue poco aclaratoria: *“El Congreso expresa su deseo de que en lo sucesivo se usen en química símbolos cruzados con rayitas para los átomos cuyos pesos atómicos se dupliquen respecto de los hasta ahora utilizados”*.

Afortunadamente, el otro participante italiano por la Universidad de Pavía, Angelo Pavesi, gran amigo de Cannizzaro distribuyó entre los congresistas algunas copias del trabajo publicado en 1858 por éste titulado *“Sunto di un corso de filosofía química”* donde exponía con total claridad las ideas que había defendido tan apasionadamente sobre la teoría química, basadas en la adopción de la hipótesis de Avogadro y Ampère y en aceptar el sistema de pesos atómicos de Gerhardt. Sus ideas fueron entendidas tras una detenida lectura por Lothar Meyer a su regreso a Breslau 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”*.

Uno de los primeros químicos que adoptaron el sistema de Cannizzaro fue Lothar Meyer en su libro *Die Modernen Theorie der Chemie* en 1862, contribuyendo de este modo a la difusión de sus ideas sobre la teoría química. 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; del mismo modo, los polímeros tienen fórmulas diferentes de las de los correspondientes monómeros; 3) los pesos atómicos y sus fórmulas derivadas están de acuerdo con la ley de Dulong y Petit y el isomorfismo; y 4) las fórmulas de Cannizzaro muestran con toda claridad las analogías químicas.

Cuando se celebró el Congreso de Karlsruhe, Mendeléiev tenía 26 años y se encontraba en Heidelberg becado por el gobierno ruso después de haber visitado París para estudiar con Victor Regnault, probablemente el más hábil y experimentado químico-físico de la Sorbona. De París había ido a la Universidad de Heidelberg para continuar sus estudios con Bunsen. El impacto que recibió Mendeléiev durante el Congreso de Karlsruhe por la profundidad y la importancia de las cuestiones debatidas, y la trascendencia del Congreso para el futuro desarrollo de la química lo manifiesta el mismo Mendeléiev, quien hizo su resumen personal de lo visto y oído en el Congreso de este modo:

“El Congreso de Química recién acabado en Karlsruhe produjo un efecto tan remarcable en la historia de nuestra ciencia que considero un deber, incluso en unas pocas palabras, describir todas las sesiones del Congreso y los resultados que se alcanzaron.”

La razón esencial para llamarlo un congreso internacional de química fue el deseo de clarificar y, si fuera posible, lograr acuerdos sobre las diferencias básicas que existen entre los seguidores de las diferentes escuelas químicas.

Al principio, Kekulé propuso fijar varias cuestiones: el problema de la diferencia entre moléculas, átomos y equivalentes; la cuestión del tamaño de los pesos atómicos, vg. si la “partícula” de Gerhardt o la partícula de Berzelius con las modificaciones de Liebig y Poggenдорf, y ahora utilizadas por la mayoría, deberían ser aceptadas; por otro lado, la cuestión de las fórmulas, y finalmente, incluso acerca del caso si, en el estado actual de la ciencia, deberíamos considerar las razones para los efectos químicos. Pero en la primera sesión, 3 de septiembre, el Congreso fue incapaz en tan corto espacio de tiempo clarificar tan gran número de problemas, y de este modo resolvieron centrarse únicamente en los dos primeros.

Se eligió una comisión de treinta miembros para un tratamiento preliminar de estas dos cuestiones. S. Cannizzaro finalmente también estuvo en ella por sus animadas alocuciones, en justicia, fue propuesto por asentimiento general. En la segunda sesión del Congreso, 4 de septiembre, la comisión informó del contenido de la resolución sobre la que había trabajado: Se ha decidido tomar una interpretación diferente de moléculas y átomos; considerando una molécula como la cantidad de una sustancia que entra en una reacción y determina las propiedades físicas, y se considera a un átomo la menor cantidad de una sustancia incluida en una molécula. Más tarde, se alcanzó un acuerdo acerca de los equivalentes, considerándolos como empíricos e independientes de los conceptos de átomos y moléculas. Se ha votado esta propuesta, la mayor parte levantaron sus manos ¿Quién estaba en contra? Tímidamente una mano se levantó y luego se bajó. El resultado fue inesperadamente unánime e importante. Entendiendo la diferencia entre átomos y moléculas, los químicos de todos los países comprendieron el principio del sistema unitario. Una vez que se entiende el principio, las consecuencias no admitirán grandes incongruencias.

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 permane-

GERHARDT (1816–1856)

Charles Frédéric Gerhart nació el 21 de agosto de 1816 en Estrasburgo (Francia) y falleció el 19 de agosto de 1856 en París, dos días antes de cumplir los 40 años de edad. Químico francés, profesor de química que reconoció la relación unitaria entre la química orgánica y la inorgánica. Su mayor contribución al desarrollo de la química orgánica fue el concepto de las series homólogas y la teoría de los tipos.

Estudió en la Universidad de Estrasburgo y, más tarde, en un colegio comercial de Leipzig en esta ciudad se alojó en casa de Otto Erdmann (1804–1869) y en la Universidad de Giessen con Liebig (1803–1873) y en París con Chevreul (1786–1889). En 1834, con tan sólo 18 años, publicó su primer artículo en la revista *Journal für praktische Chemie*. En abril de 1841 consiguió los grados de licenciado y doctor en química. Fue profesor de química en la Universidad Montpellier (1844) por recomendación de Dumas y en la de Estrasburgo desde 1855 hasta su muerte. Durante unos años fundó en París una escuela privada donde enseñó química práctica. Fue el primero en considerar la química como un todo al relacionar la química inorgánica con la orgánica. Estableció el concepto de series homólogas en 1843 y lo introdujo en su libro *Précis de chimie organique* (1844). Más tarde, publicó *Introduction à l'étude de la chimie par le système unitaire* (París, 1848) y *Traité de chimie organique* en 4 volúmenes (París, 1853–1856). Se adelantó a Adolphe Wurtz (1818–1884) en el desarrollo de la teoría de los tipos. En 1844 comenzó una profunda amistad con Auguste Laurent (1807–1853), profesor de química en Burdeos. Con su amigo Laurent desarrolló una estrecha colaboración científica que

culminó con una clasificación de los compuestos orgánicos basada en la teoría de los tipos y fue uno de los creadores de la notación atómica. La idea se soportaba en que todos los compuestos orgánicos están basados en cuatro tipos principales: hidrógeno, cloruro de hidrógeno, amoníaco y agua. Su teoría fue rechazada por destacados e influyentes colegas, entre otros, Justus von Liebig y Jöns Jakob Berzelius y más tarde abandonada; sin embargo, se demostró que esta teoría era importante en la racionalización de la química orgánica estructural.

Gerhardt fue uno de los primeros químicos en utilizar de manera sistemática y metódica las ecuaciones para expresar las reacciones químicas. También fue un defensor y promotor del concepto de series homólogas de Jean Baptiste André Dumas (1800–1884) como una ayuda en la organización de las reacciones de series de compuestos, a pesar de que estaba encarnizadamente opuesto a él en el terreno científico. También se enfrentó con su antiguo protector Liebig con quien mantuvo agrias disputas. Se opuso a Berzelius quien sostenía que la disposición de los átomos se puede conocer a partir de las reacciones de los compuestos.

Adoptó la definición de ácidos como aquellas sustancias que contienen átomos de hidrógeno reemplazables. Destacó por su trabajo experimental al obtener la quinoleína, calentando la quinina con potasa (1842) y descubrir los anhídridos de ácidos carboxílicos (1852).

Gerhardt está reconocido como uno de los químicos más geniales de todos los tiempos por el trabajo científico que realizó, a pesar de estar alejado de París, sus agrios enfrentamientos científicos con los más destacados químicos de su época y su temprana muerte.

ce el anterior de 6, hasta que sea empleado por casi todos. Tras un largo debate, en su última sesión, 6 de septiembre, J. Dumas hizo una brillante disertación proponiendo usar el nuevo peso atómico sólo en química orgánica dejando 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.

A esto yo añado el comentario de que en todos los debates no hubo una palabra hostil entre ambas partes. Todo esto, me parece que es una total garantía del rápido éxito de las nuevas ideas en el futuro. La mitad de los químicos ya han resuelto no votar en contra de las ideas.

D. Mendeléiev, Heidelberg, 7 de septiembre de 1860".

El Congreso de Karlsruhe fue, sin duda, el acontecimiento científico más importante para el desarrollo de la química en la segunda mitad del siglo XIX. Es impensable que Dimitri Ivánovich Mendeléiev publicara su texto *Química Orgánica* en 1861 ni Lothar Meyer hubiera comenzado a escribir en 1862 su libro *Die Modernen Theorie der Chemie* y publicarlo en 1864 de no haber participado en él. Tampoco se entenderían los progresos que realizaron Meyer y Mendeléiev sobre la clasificación periódica y que culminaron en 1869 si no se les hubiera dado nuevos valores a los pesos atómicos del carbono, oxígeno, azufre, plata y los metales alcalinos.

Una nueva luminaria se encendió en Karlsruhe que prendió en las mentes

de dos jóvenes genios de la química: Mendeléiev y Meyer, que a su vez la irradiarían a todo el mundo científico.

CONCLUSIONES

Del Congreso Internacional de Químicos de Karlsruhe y los personajes que estuvieron presentes bien con sus ideas o bien con sus aportaciones en los debates y discusiones se pueden extraer algunas consecuencias interesantes:

1. La teoría atómica de Dalton propuesta en 1803 no fue recibida y aceptada por los químicos hasta bien avanzado el siglo XIX.
2. La pugna entre químicos defensores de la teoría atómica y de la teo-

KEKULÉ (1829–1896)

Friedrich August Kekulé von Stradonitz nació el 7 de septiembre de 1829 en Darmstadt (Alemania) y murió el 13 de julio de 1896 en Bonn a los 66 años de edad. Químico alemán, que sentó las bases de la moderna teoría estructural de la química.

En 1847 comenzó sus estudios de arquitectura en la Universidad de Giessen, pero bajo la influencia de Justus von Liebig acabó siendo uno de los científicos más notables de su época. Tras graduarse en química en 1851, viajó por Inglaterra y Francia para ampliar sus conocimientos. En París, fue discípulo del gran químico francés Charles Frédéric Gerhardt de quien aprendió algunos conceptos esenciales sobre la teoría de los tipos a partir de los cuales desarrolló sus propias ideas sobre la teoría de la estructura química orgánica. Impartió clases en la Universidad de Heidelberg (1856) y fue profesor de química en las Universidades de Gante (1858) y Bonn (1865).

Sus estudios iniciales de arquitectura le sirvieron para desarrollar sus teorías estructurales. En 1858 realizó dos de los mayores avances de la química orgánica al descubrir que el carbono tiene cuatro valencias y que sus átomos se enlazan entre sí para formar cadenas alargadas. Esta idea, que permitía entender la naturaleza de los compuestos alifáticos, fue propuesta al mismo tiempo, pero independientemente, por Archibald Scott Couper (1831–1892), un joven químico escocés que trabajaba con Wurtz en la Facultad de Medicina de París.

Una noche de 1865, preocupado por la estructura molecular del benceno, que no parecía seguir la ley de la tetrava-

lencia, soñó que el benceno era como una serpiente que se mordía la cola mientras se movía sin cesar. El sueño le permitió proponer que la molécula de benceno debía estar formada por un anillo de seis átomos de carbono, lo que abrió la puerta a la química orgánica estructural moderna. Más tarde, sugirió la teoría de la oscilación del intercambio rápido de los dobles enlaces en el anillo de benceno.

Realizó investigaciones importantes sobre el fulminato de mercurio, los ácidos insaturados y los tioácidos. Escribió la obra en cuatro volúmenes *Lehrbuch Organischen Chemie* (1861–1867) que dejó inacabada. A pesar de sus problemas de salud, fue elegido Rector de la Universidad de Bonn en 1877. El Kaiser Guillermo II ennobleció a Kekulé, quien añadió “von Stradonitz” a su nombre en 1895.

Kekulé sustituyó el término atomicidad por el de valencia, que permite explicar el comportamiento de los elementos al dotar a sus átomos de una propiedad intrínseca e individual: su capacidad de combinación. Consiguió dominar los conocimientos teóricos y las técnicas más avanzadas adquiridas durante sus años de formación al lado de grandes maestros como Liebig (Giessen), Gerhardt (París), Williamson (Londres) y Bunsen (Heidelberg).

Con el fin de poner orden entre los químicos y las diferentes escuelas europeas, tuvo la genial idea de convocar el primer Congreso Internacional de Químicos en Karlsruhe (Alemania) en los primeros días de septiembre de 1860, junto con Wietzen y Wurtz para tratar cuestiones de notación, nomenclatura química y las definiciones de átomo, molécula y equivalente. Este Congreso encaminó la investigación por senderos insospechados que revolucionaron la química en los años venideros.

ría de los equivalentes y la división que surgió entre estos dos bandos—generalmente, liderados por un químico de gran prestigio— hizo que se frenara el progreso de la química.

- Al escaso avance de la química contribuyó la ignorancia o la falta de consideración a las ideas de químicos que no pertenecían a las grandes escuelas europeas. Así, la hipótesis de Avogadro propuesta en 1811 no fue aceptada hasta casi cincuenta años después.
- La confusión imperante entre los químicos al no ponerse de acuerdo en los conceptos de átomo, molécula, equivalente, peso atómico, peso molecular, peso equivalente, basicidad, atomicidad; y en la notación y la formulación química impidió que esta ciencia se desarrollara con mayor vigor en la primera mitad del siglo XIX.
- La iniciativa de Kekulé, secundada por Wietzen y Wurtz, de convocar un congreso internacional de químicos en Karlsruhe en 1860 fue determinante para el avance de la química, a pesar de que los frutos del Congreso de Karlsruhe fueron aparentemente escasos.
- El sistema de pesos atómicos de Gerhardt no fue aceptado hasta que fue defendido por Cannizzaro en el Congreso de Karlsruhe, aunque el propio Cannizzaro introdujo algunas modificaciones realizadas por el mismo.
- La figura que brilló con luz propia en el Congreso de Karlsruhe fue el químico italiano Stanislao Cannizzaro, quien defendió las ideas atomistas de Dalton, la hipótesis de Avogadro-Ampère y el sistema de pesos atómicos de Gerhardt. Estableció con total claridad la diferencia existente entre átomos y moléculas.
- La brillantez de las ideas expuestas por Cannizzaro fue altamente apreciada por dos jóvenes químicos: el ruso Mendeléiev y el alemán Meyer. En 1861 Mendeléiev publicó su libro *Química Orgánica* y al año siguiente Meyer escribió su obra *Die Modernen Theorie der Chemie*. La influencia del Congreso de Karlsruhe y los nuevos valores de algunos pesos atómicos en Mendeléiev y Me-

TORRES MUÑOZ DE LUNA (1822-1890)

Ramón Torres Muñoz de Luna nació el 8 de noviembre de 1822 en Madrid y murió el 10 de noviembre de 1890 en Málaga a los 68 años de edad. Químico y farmacéutico, doctor en Farmacia y en Ciencias Físico-Matemáticas, se dedicó a la docencia universitaria y a la investigación. Fue el único español que asistió al Congreso Internacional de Químicos de Karlsruhe.

Su padre, conocido en los ambientes artísticos como 'García Luna', fue un importante actor de su época. Ramón estudió "latinidad y filosofía" en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid desde 1835 hasta 1840 y obtuvo el grado de "Bachiller en Artes". Desde 1840 a 1844 estudió Farmacia en el Colegio de San Fernando de Madrid y se graduó como "Bachiller en Farmacia" el 13 de julio de 1844; un mes más tarde, se licenció en la Facultad de Farmacia con el título de "doctor no académico" el 31 de agosto. Consiguió el doctorado en Farmacia el 21 de abril de 1846 con tan sólo 23 años. Fue ayudante de la cátedra de Química Médica durante el curso 1843-1844. Torres Muñoz de Luna obtuvo la plaza de profesor agregado de la Facultad de Ciencias Médicas de Cádiz en octubre de 1844 con destino en la Sección de Farmacia. Cuando esta plaza se suprimió al año siguiente, fue trasladado a la Facultad de Farmacia de Madrid y tomó posesión de su nueva plaza el 30 de septiembre de 1845.

El 18 de enero de 1847 superó el examen de profesor Regente de 2ª clase de Química en la Facultad de Filosofía de la Universidad de Madrid; el mismo año fue nombrado Ayudante del Real Gabinete de Física y doce años más tarde, el Rey le nombró su Profesor de Física y Química, cargo que desempeñó hasta 1875.

En 1848 se presentó a la oposición para cubrir la primera cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Madrid y, aunque superó los ejercicios, la plaza quedó desierta porque a juicio del tribunal ninguno de los opositores estaba suficientemente capacitado para desempeñar dicha plaza. El tribunal sugirió pensionar a Mariano Echevarría, profesor agregado de Ciencias Físico-Matemáticas de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Madrid, y a Ramón Torres Muñoz de Luna para que se formaran en París durante dos o tres años. Sin embargo, antes de partir hacia París con Echevarría "para perfeccionarse en los dos ramos de Química Orgánica e Inorgánica y desempeñar a su regreso las cátedras que se le encarguen" fue nombrado catedrático propietario de Química en la Facultad de Filosofía de la Univer-

sidad Central de Madrid. Permanecieron en París hasta 1851 y siguieron los cursos impartidos por Balard, Despretz, Dumas, Orfila, Payen, Péligot, Pelouze, Pouillet y Wurtz. Desde París se trasladaron a la Universidad de Giessen para ampliar estudios con Justus von Liebig.

Torres Muñoz de Luna se licenció en Ciencias Físico-Matemáticas en la Facultad de Filosofía en 1855 y al año siguiente consiguió el doctorado. En 1863 obtuvo la cátedra de Química por unanimidad del tribunal. En 1882 obtuvo la categoría de catedrático numerario en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid.

Además del viaje de formación en compañía de Mariano Echevarría, asistió en 1860 al Congreso de Karlsruhe y formó parte de la delegación española en las Exposiciones Universales de París celebradas en 1855, 1867 y 1883. Participó como juez en las exposiciones de Viena (1873), Filadelfia (1876) y París (1878). En septiembre de 1881 fue nombrado representante español en el Congreso Internacional Filoxérico de Burdeos.

Torres Muñoz de Luna escribió varios libros originales y dos traducciones de los textos de Lecanu y Liebig antes de 1860, entre ellos destacan *Estadística química de los seres orgánicos* (1846), *Curso de farmacia* (1848) y el programa del curso *Ampliación de Química Inorgánica* (1851-1852). Después de 1860, publicó tres ediciones de su obra *Lecciones elementales de Química General* (1861, 1864 y 1872); *Prontuario de Química General* (1865) en el que trata aspectos de química inorgánica y de química orgánica, respectivamente; *Lecciones de Química General* (1877) y *Tratado de Química General y Descriptiva* (1885). Fue director de la revista *España Científica y Agrícola*.

Fue un gran docente y en su vida académica tuvo más de 10.000 discípulos. Su capacidad investigadora se vio reconocida por numerosas sociedades científicas españolas y extranjeras. Entre ellas hay que mencionar a la Sociedad Química de París, la Academia de Ciencias de Nantes, la Academia de Medicina de Madrid y todas las Sociedades y Colegios de Farmacia de España. En 1850, la Real Sociedad de Farmacia de París le nombró socio correspondiente, al igual que la Real Academia de Ciencias de Munich a propuesta de Liebig. Su labor investigadora la dirigió al estudio de aspectos prácticos sobre agricultura, higiene e industria. Sus trabajos *Estudios químicos sobre la nitrificación* y *Estudios sobre la importancia y empleo de fosfatos térreos en agricultura* fueron premiados con la medalla de oro por la Real Academia de Ciencias.

yer fueron decisivos para el avance de la clasificación periódica que culminó con la aparición de sus respectivas tablas periódicas en 1869.

9. España estuvo representada en el Congreso de Karlsruhe por el

catedrático de la Universidad de Madrid Ramón Torres Muñoz de Luna. Por el resumen de las sesiones de Wurtz se sabe que tuvo alguna intervención, aunque no se conoce en que sentido lo hizo.

10. El Congreso de Karlsruhe fue el catalizador que animó la revolución de la química en la segunda mitad del siglo XIX y está considerado como el acontecimiento científico más importante de aquella época.

CANNIZZARO (1826-1910)

Stanislao Cannizzaro nació el 13 de julio de 1826 en Palermo (Sicilia, Reino de las Dos Sicilias, Italia) y falleció el 10 de mayo de 1910 en Roma a los 83 años de edad. Químico italiano, profesor y legislador que reconoció la diferencia entre los pesos atómico y molecular y descubrió la reacción que lleva su nombre.

Cannizzaro fue ayudante de Rafael de Piria en la Universidad de Pisa (1845-1846), que fue el primero que preparó el ácido salicílico. Por tomar parte en la revolución siciliana, fue condenado a muerte en 1848, escapó a Marsella y llegó a París en 1849. Colaboró con Michel Eugène Chevreul al que ayudó a preparar la cianamida en 1851. Tras ser amnistiado, fue nombrado profesor de química y física del Instituto Técnico de Alejandría (Piamonte, Italia). Aquí descubrió en 1853 la reacción que transformaba el benzaldehído (C_6H_5-CHO) y un hidróxido concentrado en cantidades equimoleculares de alcohol bencílico ($C_6H_5-CH_2OH$) y ácido benzoico (C_6H_5-COOH) y que en su honor recibió el nombre de reacción de Cannizzaro.

En 1855 fue nombrado catedrático de química de la Universidad de Génova, y tres años más tarde encontró que los pesos atómicos de los elementos en

las moléculas de un compuesto volátil pueden calcularse aplicando el *principio de Avogadro* relativo a los gases –los pesos moleculares de gases distintos ocupan volúmenes iguales a la misma temperatura y presión– y en el caso de un compuesto no volátil con una densidad de vapor desconocida, los pesos atómicos pueden calcularse por la medida del calor específico. En 1891, la Royal Society de Londres le concedió la medalla Copley por su descubrimiento, que permitía distinguir entre el peso atómico y el molecular de los gases y compuestos volátiles.

Durante diez años ocupó la cátedra de química orgánica e inorgánica de la Universidad de Palermo (1861-1871) época en la que se dedicó al estudio de los compuestos aromáticos y las aminas.

Fue nombrado catedrático de química de la Universidad de Roma en 1871 y ese mismo año entró en el senado italiano. Llegó a la vicepresidencia del senado y fue un destacado miembro en la educación pública municipal. Su obra *Lecciones sobre la teoría química* (1850) ejerció una gran influencia en su tiempo. Sus ideas sobre la teoría atómica están contenidas en su famoso trabajo "*Sunto di un corso di filosofia química*" (1858) que más tarde fue publicado en varias revistas científicas aunque de escasa circulación. Un amigo de Cannizzaro lo divulgó en el Congreso Internacional de Karlsruhe en 1860 donde fue conocido por Meyer y Mendeléiev.

BIBLIOGRAFÍA

1. deMilt, C., *J. Chem. Educ.*, 1951, August, 412-425.
2. Gillispie, C. C., editor, "Dictionary of Scientific Biography", Charles Scribner's Sons, Nueva York, 1981, Vols 1-16.
3. Greenwood, N. N. y Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements", 1ª ed., Pergamon Press, Oxford, 1985; 2ª ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.
4. Olivares del Valle, F. J., "Noción de átomo y su historia", Servicio de Publicaciones, Universidad de Extremadura, Cáceres, 1998.
5. Pellón González, I. "La recepción de la teoría atómica química en la España del siglo XIX", Tesis Doctoral, Servicio Editorial, Universidad del País Vasco, Leioa, 1997 y referencias allí citadas.
6. Román, P. "El profeta del orden químico, Mendeléiev", Nivola libros y ediciones, S. L., Madrid, en preparación.
7. "The New Encyclopædia Britannica" 15th edition, Encyclopædia Britannica Inc., Chicago, 1988, Vols. 1-29.

DIRECCIONES WEB

1. <http://maple.lemoyne.edu/~giunta/karlsruhe.html>
Resumen de Wurtz de las sesiones celebradas durante el Congreso Internacional de Químicos (Karlsruhe, 3-5 de septiembre de 1860).
2. <http://www.britannica.com>
Página web de la Encyclopædia Britannica. Un buen método para acceder a la historia de la química y sus personajes a través de Internet.
3. <http://www.library.upenn.edu/etext/smith/chemists.html>
Galería de retratos de químicos ilustres de la Universidad de Pensilvania.