

LA TEORÍA ATÓMICA QUÍMICA SEGÚN ALGUNOS LIBROS DE TEXTO CATALANES DEL SIGLO XIX

Inés Pellón

Escuela Superior de la Marina Civil de Bilbao. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)¹

Palabras clave: *Teoría atómica química, Textos de química, siglo XIX*

The Chemical Atomic Theory According to Several Nineteenth Century Textbooks Published in Catalonia

Abstract: *In this communication we are examining the reception of the chemical atomic theory in a group of textbooks published in Catalonia during the nineteenth century.*

Key words: *Chemical Atomic Theory, Textbooks of Chemistry, Nineteenth Century*

Introducción

Las primeras ideas que aparecen sobre los átomos en nuestra civilización datan de la Antigua Grecia, y aunque durante la Edad Media el atomismo fue relegado al olvido, retornó con gran ímpetu a lo largo del siglo XVII. Sin embargo, no fue hasta principios de 1800 cuando John DALTON (1766-1844) enunció la que hoy conocemos como Teoría Atómica, la cual consideraba que los elementos estaban constituidos por átomos de la misma naturaleza y de peso invariable, y que las combinaciones químicas se producían por la unión de los átomos de diferentes elementos, según proporciones numéricas sencillas. La consecuencia inmediata fue la determinación de las proporciones en peso según las cuales los elementos se combinaban, y la deducción de los pesos atómicos relativos.

A pesar de que la teoría de Dalton estaba equivocada en algunos aspectos, se fue desarrollando gracias a la excelente labor de otros químicos, como Jöns Jacob BERZELIUS (1779-1848). Uno de sus principales objetivos fue el de establecer definitivamente la teoría atómica y su concepción dualista de los fenómenos químicos, según la cual consideraba a todos los compuestos formados por dos partes claramente diferenciadas, una electropositiva y otra electronegativa. Las reglas generales que utilizó Berzelius para determinar los diferentes pesos atómicos son las siguientes:

¹ Este trabajo ha sido financiado por la UPV / EHU en el marco del proyecto de investigación "Estudios Históricos sobre la Ciencia" (Código del proyecto, UPV 172.310 - HA 010/93).

A) Ley de los volúmenes reaccionantes de Joseph Louis GAY-LUSSAC (1778-1850): "Las relaciones entre los volúmenes de los gases que reaccionan entre sí son siempre números enteros sencillos" (1808-1809). Cuando fue enunciada creó una gran confusión entre los químicos, porque las experiencias que la demostraban parecían contradecir a la teoría atómica, la cual estaba casi universalmente aceptada. Amedeo AVOGADRO (1776-1856) resolvió el problema en 1811 al diferenciar los átomos de las moléculas de las sustancias simples, y al considerar la división de las moléculas cuando se forman las sustancias compuestas. André Marie AMPÈRE (1775-1836) enunció en 1814 la misma hipótesis que Avogadro, pero los trabajos de estos dos científicos no fueron muy conocidos en su época, por lo que el dilema no se resolvió. Aunque Berzelius no distinguió entre átomos y moléculas, en 1814 elaboró una tabla de pesos atómicos de una gran exactitud.

B) Ley de Pierre Louis DULONG (1785-1838) y Alexis Thérèse PETIT (1791-1820): "El producto del peso atómico de un elemento por su calor específico es constante" (1819).

C) Ley del isomorfismo de Eilhard MITSCHERLICH (1794-1863): "Cuando dos sustancias cristalizan en formas parecidas suelen tener fórmulas químicas análogas" (1820).

Durante la primera mitad del siglo XIX, el desconcierto en la nomenclatura química era enorme, y la teoría atómica no pudo solucionarlo al no distinguirse claramente entre átomo y molécula. Hacia 1840 casi se había abandonado totalmente dicha teoría porque la mayoría de los químicos utilizaban los equivalentes, números dados por la experiencia y que fueron divulgados por Leopold GMELIN (1788-1853) en su obra *Handbook of Chemistry* (trad. inglesa, 19 vols. 1848-1872). Hay que citar como excepción que Charles GERHARDT (1816-1856) y sobre todo August LAURENT (1808-1853), asumieron en esa década la "fórmula de los dos volúmenes", es decir, el volumen de dos gramos de hidrógeno, H_2 , con la cual se podían distinguir las moléculas de los átomos y de los equivalentes, pero sus ideas tuvieron poca divulgación. La confusión reinante no se aclaró hasta que en septiembre de 1860 se reunieron la mayoría de los químicos en un congreso celebrado en Karlsruhe (Alemania), en el cual Stanislaw CANNIZZARO (1826-1910) revivió la hipótesis de Avogadro y orientó las mentes de los químicos en el sentido correcto².

El objetivo de esta comunicación es reflejar el eco que tuvo la teoría atómica química en distintos libros de texto publicados en Cataluña entre los años 1827 y 1893. Han sido estudiadas 18 obras de química que corresponden a 12 autores diferentes. La teoría atómica se refleja en ocho de ellas, que son las que a continuación analizamos.

Análisis de los textos

a) Análisis de textos originales de autores catalanes:

El primer libro pertenece a Magín BONET I BONFILL, [Castellserà (Lleida), 1818; Madrid, 1894], quien estudió Farmacia en Barcelona, graduándose también en ciencias

² Más información sobre éstos temas puede encontrarse en las siguientes obras: BENSUADE-VINCENT (1993); PARTINGTON (1970), vols. III y IV; ROCKE (1984); THACKRAY (1966).

físico-matemáticas. Trabajó en el Instituto de Barcelona desde 1841 hasta 1846 como profesor de Física, Química e Historia Natural, y obtuvo por oposición la cátedra de Física y Química de la Universidad de Oviedo. En 1854 se trasladó a Madrid para regentar la cátedra de Química en el Real Instituto de Química Industrial. Cuando este centro se suprimió, se le otorgó la cátedra de Química Analítica en la Facultad de Ciencias de la misma ciudad. Estuvo cuatro años estudiando en el extranjero, y durante toda su vida se preocupó de mantener al día su formación científica. Propagó los conocimientos de su especialidad mediante textos propios y con traducciones de autores extranjeros. La inquietud de Bonet por la teoría atómica queda reflejada en el *Discurso* que leyó en la Universidad Central en la inauguración del curso académico de 1885 a 1886³. En él desarrolla la historia de la teoría atómica, partiendo de las concepciones filosóficas de la antigua Grecia. Cita a los grandes químicos de todas las épocas y desarrolla la teoría de los equivalentes, la ley de los volúmenes de combinación y la ley del isomorfismo de Mitscherlich. Avanzando a través del fenómeno de la electrólisis y de la teoría electroquímica, enuncia las ideas de Gerhardt y llega a la teoría atómica.

El siguiente texto⁴ es la *Teoría atómica* (1862) de Francisco LLUCH Y RAFECAS (Vilanova lanova i la Geltrú, 1818; Sant Gervasi de Cassoles, 1889). Lluch estudió en la Escuela Industrial de Barcelona y completó sus estudios en la Central de Artes y Manufacturas de París, especializándose en Mecánica en Gorton, cerca de Manchester (Inglaterra). Regresó a Cataluña en 1847 y llegó a ser catedrático de Teoría y Práctica de Tejidos en la Escuela Superior Industrial de Barcelona. Publicó varias obras dedicadas a la fabricación de tejidos, mas la que será objeto de nuestro estudio. Esta está dedicada a la Academia de Ciencias, y consta de cuatro partes: cuerpos gaseosos, cuerpos líquidos, cuerpos sólidos, y resumen. Desarrolla el cálculo de los equivalentes químicos tomando el del hidrógeno como unidad, y aunque comete varios errores deduce tres leyes que le sirven para calcular el número de volúmenes o átomos que forman parte de un compuesto gaseoso. Posteriormente aplica a los cuerpos líquidos las mismas fórmulas cree haber descubierto para los gases. Con éstas ecuaciones calcula la densidad del hidrógeno líquido, y sus resultados varían desde 0'0057 hasta 0'135. Lluch explica esta variación tan grande mediante expresiones algebraicas que reflejan las contracciones en volumen que sufren los cuerpos gaseosos al pasar a estado líquido, y concluye que la teoría atómica se cumple en los cuerpos líquidos y en los sólidos. El libro finaliza con un resumen en el que explica las diferencias que presentan los cuerpos líquidos y sólidos por fenómenos de condensación, que denomina fenómenos isoméricos. Obtiene unas expresiones matemáticas en las que relaciona el equivalente químico del cuerpo, su densidad, el "coeficiente de isomerismo", el equivalente de uno de los componentes y el equivalente del hidrógeno. Todas estas premisas nunca llegaron a buen puerto, ya que eran erróneas.

El siguiente autor objeto de nuestro estudio es José Ramón de LUANCO, [Castropol (Asturias), 1825; 1905]. Estudió filosofía en la Universidad de Oviedo, mientras

³ BONET I BONFILL, Magin (1885-86), *Discurso leído en la Universidad Central en la solemne inauguración del curso académico de 1885 a 1886*. Madrid, Universidad. Tip. de Gregorio Estrada.

⁴ LLUCH RAFECAS, Francisco (1862), *Teoría atómica. Leyes que presiden a la formación de los cuerpos compuestos, insiguiendo los principios de Dalton su fundador*. San Gervasio, (Barcelona). M. Blancher.

se iniciaba en las matemáticas y en otras asignaturas científicas. En 1846 ingresó como pensionado en la Escuela Normal de Ciencias, donde estudió química hasta que el centro docente fue suprimido. Los inicios de su vida profesional fueron bastante agitados hasta que, en 1868, contando 43 años, se trasladó a Barcelona, ciudad en la que se estableció definitivamente y en la que explicó Química General. Realizó varios trabajos analíticos, pero su labor más importante fue la docencia. Introdujo en sus libros y en sus lecciones las ideas de Dumas, Laurent y Gerhardt, así como la teoría atómica y la de la valencia. Este hecho significó un aporte de modernidad en el panorama universitario español de finales del siglo XIX, puesto que las diferentes ediciones de su *Compendio...* fueron utilizadas como libro de texto en varias universidades españolas. Otro aspecto cautivador de Luanco fue su interés por la Historia de la Química.

Analizaremos en primer lugar la 2ª Edición del *Compendio...* obra editada en 1884⁵. En ella Luanco se declara fiel a la teoría atómica y a la doctrina unitaria, que es la que desbancó a la teoría dualista de Berzelius. Cambia la clasificación de los elementos, porque admite conocer las nuevas características que los agrupan de distinto modo. En la Lección Primera indica la diferencia entre elementos y compuestos, especificando que en un futuro se podría averiguar si son cuerpos compuestos alguno de los que hoy se consideran simples. Luanco apunta 72 elementos, situando a la izquierda los metales, y a la derecha los no metales. Representa sus símbolos e incluye sus dinamicidades y sus pesos atómicos. Hay varios elementos de los que Luanco avisa que probablemente no serán cuerpos simples, y que en el futuro se descubrirá de qué elementos están compuestos. Las Leyes de la Combinación se explican en la Lección Tercera: la ley de las proporciones constantes, la de las proporciones múltiples y la de la relación de los volúmenes, para desembocar en la Teoría atómica, considerada como la única explicación de las anteriores leyes. Enuncia las hipótesis de Ampère y Avogadro en apoyo de la teoría atómica. Utiliza la "Ley de los calóricos específicos" para los cuerpos simples, y define la Dinamicidad o Cuantivalencia de los elementos, que también puede aplicarse a los cuerpos compuestos, y que es el número de átomos que se unen para formar una molécula compuesta. Define las Moléculas y los Pesos y volúmenes moleculares, así como las nociones de alotropía e isomería. En la Lección Cuarta detalla la Estructura de las moléculas, tanto de las cerradas como de las abiertas, o radicales. Llega a una relación algebraica entre el número de átomos unidos y la dinamicidad del estado de agregación. Después de explicar varias Fórmulas y las Ecuaciones Químicas, desarrolla ampliamente la Teoría de los Tipos, a diferencia con el texto anterior.

El siguiente texto es la 3ª edición del *Compendio...*⁶ de Luanco. Tenía 68 años cuando se publicó. La teoría atómica en ella se desarrolla básicamente igual que en la segunda edición, aunque añade algunos conceptos nuevos, como la noción de polímero y la de tautomería, y la denominación de valencia en vez de dinamicidad.

⁵ LUANCO, José Ramón (1884), *Compendio de las lecciones de Química General explicadas en la Universidad de Barcelona*. 2ª Ed. Barcelona, Tipografía de la Academia de Evaristo Ullastre.

⁶ LUANCO, José Ramón de (1893), *Compendio de lecciones de química*. 3ª ed. Barcelona. Redondo y Xumetra.

b) Análisis de traducciones de autores extranjeros efectuadas en Cataluña:

En primer lugar estudiamos una obra de Justus LIEBIG editado en 1850 y titulado *Cartas Químicas*⁷. En su portada figuran como traductores dos abogados, un profesor de "lenguas vivas", un médico profesor de Historia Natural y un filólogo. Estos dos últimos eran, respectivamente, Miguel GUITART Y BUCH y Antoni BERGNES DE LAS CASAS⁸.

Esta obra comprende 26 cartas, que se publicaron por primera vez en la *Gaceta General de Augsburgo* y tuvieron una gran repercusión en Europa. La publicación en Barcelona es de 1850, sólo 6 años posterior a la del texto original. Liebig admite 61 elementos, y va ilustrando el texto con numerosos ejemplos experimentales. En la carta cuarta explica el concepto de números equivalentes, e incluye una tabla en la que detalla algunos elementos, sus símbolos y los pesos equivalentes que les corresponden. Es en la carta quinta donde desarrolla la teoría atómica, que comienza con la descripción de lo que es el átomo, al que reconoce peso y considera indivisible. La yuxtaposición de varios átomos simples origina los átomos compuestos, tal y como enunció Dalton. Liebig se declara partidario de utilizar los pesos equivalentes de los elementos, pues son cantidades constantes y apreciables, dejando las consideraciones sobre el número absoluto de átomos para discusiones teóricas. En la carta sexta siguen las elucubraciones sobre los átomos: éstos deben ocupar cierto espacio, y tener una forma determinada, que sólo se puede precisar cuando el cuerpo cristaliza. Indica que tanto el isomorfismo como las diferencias entre los pesos específicos de los cuerpos sirven para calcular los pesos atómicos de las sustancias.

En segundo lugar, analizamos la traducción de una obra de G. BRELAZ efectuada en 1871 por J. R. de LUANCO, y titulada *Introducción a la Química moderna*⁹. Cuando Luanco realizó éste trabajo, ya era catedrático de Química General en la Universidad de Barcelona. En el prólogo el traductor indica la necesidad de que apareciera esta obra, ya que no existía, hasta el momento, ningún tratado de química, escrito en castellano, en el que se desarrollara dicha ciencia siguiendo la teoría unitaria. Brèlaz explica que han sido numerosos los químicos que han dejado de lado el sistema de los equivalentes para retomar el de los átomos. Apunta que, aunque es escaso el número de textos franceses que se han escrito siguiendo la nueva teoría, a él le han servido de guía los textos de A. Wurtz y de Naquet. Explica que por el contrario, son numerosos en Alemania los tratados que enfocan la química desde la teoría unitaria, como por ejemplo la *Introducción a la Química moderna*, de Hofmann. En la Primera Parte expone algunos principios fundamentales de Química, diferenciando entre cuerpos simples (cita 63) y compuestos, y entre mezclas y combinaciones. Define la afinidad, la Ley de las proporciones Definidas y la de las

⁷ LIEBIG, J. (1850), *Germania o Colección de los sumos escritores de Alemania. Cartas Químicas*. Barcelona, Imprenta de A. Freixas.

⁸ Se considera que Bergnés fue un importante promotor de la labor editorial en Cataluña. Para más información, ver Camós (1994).

⁹ BRELAZ G. (1871), *Introducción a la Química moderna. Resumen de las obras y de los trabajos recientes de los químicos franceses y alemanes*. Ed. Imp. de Jaime Jesús Boviralta. Barcelona, 1871. Obra traducida por José Ramón Luanco.

Proporciones Múltiples, y admite que la existencia de átomos y moléculas sirve para explicar ésta última ley. Detalla cómo calcular los pesos relativos de los átomos, que, al tomar el hidrógeno como unidad, se denominan pesos atómicos de los cuerpos simples. En la Tercera Parte desarrolla la Ley de Gay-Lussac, llegando hasta los conceptos de átomos, moléculas elementales y moléculas compuestas, que diferencia siguiendo un esquema muy claro. Asigna 2 volúmenes gaseosos a las fórmulas de casi todos los compuestos; deduce los pesos relativos de los átomos y de las moléculas compuestas, referidos a la densidad del hidrógeno. Continúa explicando el concepto de dinamicidad, e indica que Hofmann considera más apropiada la palabra cuantivalencia, que Naquet utiliza en los compuestos no saturados. Así se evitan confusiones al nombrar el nº de átomos que forman parte de las moléculas. Para determinar el peso atómico de los elementos no gaseosos utiliza la ley de Dulong y Petit. En la Parte Cuarta clasifica los cuerpos simples según su dinamicidad y sus funciones esenciales (de sustitución). Intenta explicar la estructura de los peróxidos (H^2O^2 , BaO^2), y de los compuestos del carbono (C^2H^4 , C^4H^4 , C^6H^4) por la neutralización parcial de sus dinamicidades. Del mismo modo explica la estructura de los radicales, que serán representados mediante su fórmula racional. Define los números equivalentes como un concepto obsoleto, y para evitar confusión entre los dos sistemas de notación, los símbolos atómicos se rayan: Θ , \mathcal{S} , etc. No indica que ésta notación resultó como un acuerdo entre los químicos europeos en el congreso de Karlsruhe.

Por último, analizamos las *Lecciones elementales de Química Moderna* de Adolph WURTZ, 2ª ed. francesa (1870), y de las que se hicieron dos ediciones en castellano, una en 1873 y otra en 1874. Fueron traducidas por Jaume ALMERA I COMAS [Vilassar de Mar (Maresme), 1845; Barcelona, 1919], que fue geólogo, eclesiástico y doctor en ciencias por la Universidad de Barcelona. En 1879 ingresó en la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, siendo su presidente en 1907. Asistió a numerosos congresos y adquirió categoría internacional. El primer libro¹⁰ comienza con una Introducción en la que explica la diferencia entre moléculas y átomos en el sentido actual, y acompaña todo el capítulo de numerosos experimentos. Parte de las Proporciones Definidas para llegar a la definición de equivalentes. Desarrolla la ley de las Proporciones Múltiples y la hipótesis atómica, continuando con las Leyes de Gay-Lussac para llegar a la conclusión de que los pesos atómicos de los gases simples han de ser proporcionales a sus densidades. Sigue la teoría de los "dos volúmenes". Explica la hipótesis de Avogadro señalando claramente la diferencia entre átomo y molécula, y la diferencia entre equivalente y átomo. Calcula los pesos atómicos de los elementos y de las moléculas gaseosas mediante sus densidades relativas al hidrógeno, indicando que la limitación que presentan los cuerpos sólidos queda resuelta mediante la Ley de los calores específicos.

Un año después, Almera realizó la segunda edición de las *Lecciones... de Wurtz*¹¹. Esta obra presenta varias diferencias con el texto anterior, entre las que cabe destacar un desarrollo mucho más amplio de la teoría atómica. Agrupa los elementos según los que

¹⁰ WURTZ, Adolph (1873), *Lecciones elementales de Química Moderna*. Barcelona, C. Verdaguer y Cía. Obra traducida por Jaime Almera.

¹¹ WURTZ, Adolfo (1874), *Lecciones elementales de Química Moderna*. Barcelona. Imp. Federico Martí Cantó. Obra traducida por Jaime Almera.

poseen las mismas funciones químicas, y según la teoría de los tipos: hidrógeno, agua, amoníaco y metano. Desarrolla el concepto de dinamicidad representando las valencias en las fórmulas químicas con guiones, exactamente igual que se hace hoy en día.

Conclusión

En los textos originales de autores locales revisados, se aprecia un aumento progresivo del conocimiento y aceptación de la teoría atómica, y se puede deducir que ya en 1880 dicha teoría estaba plenamente admitida en Cataluña.

Esta línea de investigación continúa abierta para analizar otras obras de los autores ya mencionados, y para buscar nuevos textos y personalidades que ayudaron a que el desarrollo científico y técnico de Cataluña llegara a ser lo que hoy es.

Bibliografía

- BENSAUDE-VINCENT, B. (1993), *Histoire des Sciences. Histoire de la Chimie*. París, ed. La Découverte.
- CAMÓS, A. (1994), "Lamarck en l'obra de difusió de la cultura científica d'Antoni Bergnés de las Casas". En: *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. (En prensa).
- ENCICLOPÈDIA (1990), *Gran Enciclopèdia Catalana*. 2ª Ed. Barcelona, 24 vols.
- LEICESTER, H. M. (1967), *Panorama Histórico de la Química*. Madrid, Ed. Alhambra, S.A. Obra traducida por Federico Portillo García y Mª de los Angeles Cobo.
- PARTINGTON J.R. (1970), *A History of Chemistry*. London, Macmillan & Co. Ltd. 4 vols.
- ROCKE, A. J. (1984), *Chemical Atomism in the Nineteenth Century. From Dalton to Cannizaro*. Columbus. Ohio State University Press.
- THACKRAY, A. (1966), "The emergence of Dalton's Chemical atomic theory: 1801-08". *The British Journal for the History of Science*, 3, 9. 1-23.