

VII

La Química en el Mundo

Antes de pasar a contar muy brevemente la Historia de la Química en el período de nuestro trabajo buscaremos una definición adecuada de esta rama de la Ciencia.

Cuenta **José Ramón Bertomeu** que en la famosa “Encyclopédie” francesa de mediados del siglo XVIII se afirmaba que *“el gusto por la química era una pasión de locos. Los químicos formaban un pueblo distinto, muy poco numeroso, con su lengua, sus leyes, sus misterios, casi aislado, en medio de gentes poco curiosas por conocer sus actividades, que no esperaban nada de su arte”*. (52)

No estaban muy descaminados los enciclopedistas pues treinta y cinco años antes de este 1784 que hemos tomado como fecha inicial de nuestro trabajo, el químico y académico francés **Pierre Joseph Macquer** dio una definición de la Química en su “*Éléments de chimie théorique*” que **Carlos Solís Santos** recoge en su “Historia de la Ciencia” y que pone de manifiesto la dificultad que tenían en aquellos tiempos para formular una definición escueta y eficaz. (233)

“Separar las diferentes sustancias que entran en la composición de un cuerpo, examinar cada una de ellas en particular, reconocer sus propiedades y sus analogías, descomponer nuevamente las sustancias ya separadas, si ello es posible; compararlas y combinarlas con otras sustancias, reunir las y recombinarlas de nuevo entre sí, haciendo reaparecer al mismo originario con todas sus propiedades, este es el objeto y el objetivo principal de la Química”. (233)

El catedrático y decano de la Facultad de Farmacia don **Rafael Sáez y Palacios** decía en 1877: *“Es la química entre todas las ciencias la más moderna, mas no por esta circunstancia es la menos interesante. Para aparecer la química como ciencia ha sido necesario todo el tiempo transcurrido hasta el último tercio del siglo que precede, y todavía puede añadirse hasta principios del presente. Los fenómenos químicos que la naturaleza ofrece a nuestra observación son difícilísimos de comprender, y mal podía ordenarlos para establecer algo que tuviese carácter de ciencia; por lo tanto, no debe sorprendernos que los filósofos de todos los siglos precedentes, no hayan llegado a constituir la ciencia química”*. (221)

El profesor español **Santiago Bonilla Mirat** (1894-1899) en 1897 decía que la Química es la ciencia que tiene por objeto “*el estudio de los elementos químicos, el de los compuestos que resultan de su combinación, el de las fuerzas en virtud de las cuales se realiza esta combinación y las leyes que la rigen y por último, el de las hipótesis y teorías inventadas para explicar las causas de los fenómenos químicos*”. (53)

No hay una gran diferencia entre estas dos definiciones separadas por un siglo aunque en la segunda se aprecia cierta tendencia a la comprensión de las leyes que efectivamente habían proliferado durante el lapso de tiempo que separaba ambos libros.

Hemos visto como los enciclopedistas hablaban de la Química como un arte, en 1957 el profesor **Horace Deming** seguía utilizando esta idea y escribía que: “*un arte trata de crear y una ciencia intenta explicar. La química moderna se ocupa de ambas cosas, como arte trata de enseñar que propiedades deben tener las sustancias para resultar apropiadas para determinado uso, como pueden preservarse o alterarse las propiedades de una sustancia y cómo pueden crearse nuevas sustancias con fines prácticos. Como ciencia, la Química trata de explicar los hechos que encuentran aplicación en las artes químicas. La ciencia química es una forma de pensar acerca de las transformaciones de la materia, lo cual nos ayuda a comprenderlas, predecirlas y controlarlas*”. (85)

Recurriendo a un moderno Diccionario Técnico encontramos una definición que nos satisface más. “*Química: Estudio científico de las propiedades, composición y estructura de la materia, de sus cambios y de la energía que les acompaña*”. (97)

Pero es necesario volver atrás en el tiempo y situarnos en las fechas de nuestro trabajo en donde todavía los químicos constituían un pequeño colectivo de locos necesitados de orden y unanimidad en su forma de pensar.

Apoyándonos en la tabla que incluye **Charles Albert Reichen** en su libro, “Historia de la Química” hemos confeccionado el siguiente resumen incluyendo sólo los acontecimientos relacionados con esta ciencia que ocurrieron dentro de los límites cronológicos de nuestro trabajo. (201)

FECHA	AUTOR	EVENTO
1783	Antoine Lavoisier y al.	Publicación de la nueva nomenclatura
1789	Antoine Lavoisier	Publicación del <i>Tratado elemental de química</i>
1801	Louis Joseph Proust	Demuestra la ley de las proporciones definidas
1803	Claude Louis Berthollet	Publica la <i>Estática química</i>
1806	Friedrich Wilhelm Ser-türner (1783-1841)	Descubrimiento de la morfina
1807	Humphrey Davy (1778-1829)	Aísla por electrolisis el sodio y el potasio
1808	John Dalton	Publica <i>Nuevo sistema de filosofía química</i>
1811	Amadeo Avogadro	Propone su hipótesis
1818	Jöns Jacob Berzelius	Publica tabla de pesos atómicos
1823	Justus von Liebig	Descubrimiento de la isomería
1823	Michel Eugène Chevreul (1786-1889)	<i>Investigaciones químicas sobre los cuerpos grasos de origen animal</i>
1828	Friedrich Wöler	Realiza la síntesis de la urea
1835	Jöns Jacob Berzelius	Publica <i>Teoría de las proporciones químicas</i>
1838	Henri Victor Regnault (1810-1878)	Polimeriza el Cloruro de vinilo
1840	Eduard Simon	Polimeriza el estireno (47)
1849	Adolphe Charles Wurtz (1817-1884)	Descubre las aminas
1852	Edward Frankland (1825-1899)	Introduce el concepto de valencia
1854	Pierre Marcelin Bert-helot	Sintetiza el alcohol metílico
1856	Henry Bessemer (1813-1898)	Presenta su convertidor
1857	Louis Pasteur	Descubre el proceso de la fermentación
1858	Friedrich August Keku-le (1829-1896)	Descubre la tetravalencia del carbono
1860	Nikolay Nikolaevich Zinin (1812-1880)	Aísla la anilina
1862	Pierre Marcelin Bert-helot	Sintetiza el benceno
1866	Friedrich August Keku-le	Propone la teoría del núcleo bencénico

FECHA	AUTOR	EVENTO
1867	Alfred Nobel	Descubre la dinamita
1868	Dimitri Ivanovic Mendeléev	Publica la primera Tabla Periódica de 63 elementos
1871	Ernest Solvay (1838-1922)	Nuevo procedimiento de fabricación de sosa
1875	Paul É. Lecoq de Boisbaudran (1838-1912)	Confirma la Tabla Periódica con el galio
1877	Charles Friedel (1832-1899)	<i>Nuevo método de síntesis de hidrocarburos</i>
1880	George W. Kahlbaum	Prepara el metacrilato de metilo
1885	Jacobus Enricus Van't Hoff	<i>Tratado del equilibrio químico</i>

Si bien es verdad que la Química había tenido unos avances importantísimos todavía existía gran confusión a la hora de utilizar los átomos, moléculas y equivalentes puesto que no se habían establecido de manera unívoca los pesos atómicos de cada elemento.

El químico francés **Claude Louis Berthollet** de origen humilde y encumbrado a la nobleza por su habilidad política con Napoleón y los Borbones, estableció en 1803 en su “Estática química” las leyes acerca de la combinación en las reacciones químicas, adelantándose tres cuartos de siglo a los químicos físicos. (221)

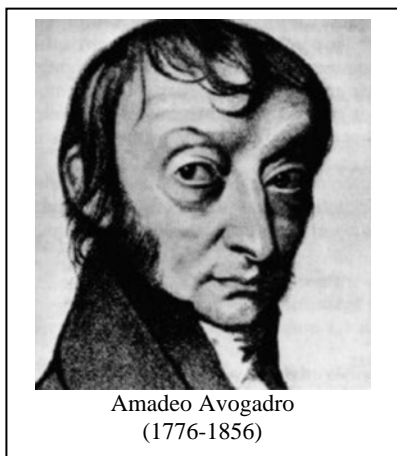
Pero las leyes ponderales de las combinaciones químicas encontraron una explicación satisfactoria en la teoría formulada por **John Dalton** profesor de Física y Química en Manchester, formulada en 1803 y publicada en 1808 en su famosa obra “A New System of Chemical Philosophy”.

La teoría suponía que los elementos estaban compuestos por átomos, que los de un mismo elemento eran iguales y los de distintos elementos tenían diferente masa y propiedades, estando los compuestos formados por la unión de átomos de los correspondientes elementos que lo forman en una relación numérica sencilla.

La teoría de **Dalton** no podía explicar la ley del químico francés **Joseph Louis Gay Lussac** que también había formulado en 1808 y donde se decía que en cualquier reacción química los volúmenes de todas las sustancias gaseosas que intervienen en la misma están en una relación de números sencillos. **Dalton** llegó a la conclusión que debía descartar los resultados de de **Gay Lussac** por inexactos y por el

contrario si era cierta la teoría del francés, quedaban en entredicho los postulados del propio **Dalton**.

Fue en 1811 cuando el físico italiano **Amadeo Avogadro, conde de Quaregna**, reconcilió ambos hechos sugiriendo que las últimas partículas de los gases elementales no son átomos sino agregados de ellos, a los que dio el nombre de moléculas. También propuso la idea de que en las mismas condiciones de presión y temperatura, volúmenes iguales de todos los gases contienen el mismo número de moléculas. Esta sugerencia permaneció olvidada hasta 1858, cuando su reintroducción dio lugar a avances decisivos, el llamado Número de Avogadro, $6,02 \cdot 10^{23}$, que es el número de moléculas contenidas en un mol, peso molecular de una sustancia expresado en gramos. (41)



Amadeo Avogadro
(1776-1856)

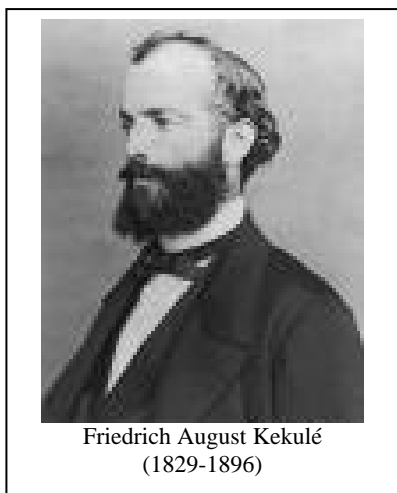
Hacia 1826 **Jöns Jacob Berzelius** había preparado una relación de pesos atómicos que podía considerarse correcta; salvo en caso de la plata, el sodio y el potasio; que aparecían con un valor dos veces superior a los correctos. Los químicos de su tiempo no creían demasiado en los pesos atómicos de **Berzelius** y preferían utilizar los pesos equivalentes llegando a confundirlos con los atómicos. Antes de leer cualquier libro de Química necesitaban averiguar cual era el sistema de equivalentes que utilizaba el autor.

Se puede considerar que el colectivo de químicos encontró la forma de unificar criterios y si en 1851 se montó la Primera Exposición Universal en Londres, unos diez años después se celebró el Primer Congreso Internacional de Químicos en la ciudad alemana de Karlsruhe durante los días 3, 4 y 5 de septiembre de 1860. Según **Pascual Román Polo** resultó ser el acontecimiento científico más importante de la segunda mitad del siglo XIX. (212)

Fue el químico alemán **Friedrich August Kekulé** quien propuso convocar una conferencia a la que asistieran los químicos más importantes del momento para discutir estos asuntos. La elección de la ciudad Karlsruhe, entonces capital del Gran Ducado de Bade en el sudoeste de Alemania, se debió a que en ella se había celebrado dos años antes, con gran éxito, el Congreso de Científicos Naturales y Médicos de Alemania.

Friedrich August Kekulé, Adolphe Wurtz, y Karl Weltzien (1813-1870) convocaron este primer congreso internacional a celebrarse durante los días 3, 4 y 5

de septiembre de 1860, la forma de organizar un evento de semejante magnitud se ha mantenido hasta nuestros días. Hay que destacar la agilidad con que actuaron los organizadores que enviaron la primera circular con información en marzo de 1860 desde París, y ante la buena acogida enviaron la convocatoria con la fecha del Congreso, un listado con el nombre de 45 destacados científicos que pensaban acudir y las cuestiones a debatir en tres idiomas: inglés, francés y alemán.



Friedrich August Kekulé
(1829-1896)

Se estableció como objetivo fundamental unificar la nomenclatura química, notación, pesos atómicos, equivalentes y formulas. Al Congreso acudieron 126 científicos de todo el mundo, algunos, como **Kekulé** adeptos a los pesos atómicos propuestos por **Charles Frédéric Gerhardt** (1816-1856), otros preferían los de **Berzelius** o los equivalentes de **Leopold Gmelin** (1788-1853).

En la carta de invitación al Congreso se incluía una declaración de principios que decía: *“Este congreso no puede deliberar en nombre de todos, ni puede tomar resoluciones que deban aceptarse sin más, pero por medio de una discusión libre y minuciosa, algunos malentendidos pueden eliminarse y llegar a un común acuerdo sobre alguno de los siguientes puntos: la definición de nociones químicas importantes como las expresadas por palabras átomo, molécula”*

Superando problemas de lejanía, trabajo, o enfermedad se reunieron los más importantes químicos del momento cuyos nombres reunimos en la tabla siguiente y que hoy pueblan los libros de texto con sus leyes y ecuaciones. Los asistentes clasificados por orden alfabético, según su nacionalidad fueron: (73)

PAÍS	CIENTIFICOS ASISTENTES
ALEMANIA. (57)	Babo (1825-1899), Baeyer (1835-1917), Becker , Beilstein (1838-1906), Bibra (1806-1878), Boeckmann , Braun , Bunsen , Carius (1829-1875), Erdmann , Erlenmeyer , Fehling , Finck , Finckh , Frankland , Fresenius , Geiger , Gorup-Besanez (1817-1878), Grimm , Guckelberger (1820-1902), Gundelach , Hallwachs , Heeren (1803-1885), Heintz (1817-1880), Hirzel , Hoffmann , Kasselmann , Keller , Klemm , Knop , Kopp (1817-1892), Kuhn , Landolt (1831-1910), Lehmann , Ludwig (1819-1873), Mendius , Meyer , Mühlhäuser , Muller , Naumann , Nessler , Neubauer , Petersen , Quinke (1834-1924), Scherer , Schiel (1813-1889), Schmidt , Schneyder , Schroeder , Schwarzenbach , Seubert (1818-1878), Strecker (1822 -1871), Streng (1830-1897), Weltzien , Will (1812-1890), Winkler , Zwenger (1814-1885).
AUSTRIA. (7)	Folwarezny , Hlasiwetz (1825-1875), Lang (1838–1921), Lieben (1836-1914), Pebal (1826-1887), Wertheim (1820-1864), Schneider .
BÉLGICA. (2)	Kekulé y Stas .
ESPAÑA. (1)	Torres de Luna .
FRANCIA. (20)	Béchamp (1816-1908), Boussingault (1802- 1887), Dumas , Gautier , Grandeau , Jacquemin (1828-1909), Kestner (1803-1870), Le Canu , Nicklès (1820-1869), Oppermann , Persoz (1805-1868), Reichauer , Riche (1809-1908), Scheurer-Kestner (1833-1899), Schlagdenhausen (1830-1907), Schneider , Schützenberger (1829-1897), Thénard , Verdét , Wurtz .
INGLATERRA. (18)	Abel (1827- 1902), Anderson (1819-1974), Apjohn (1796-1886), Crum Brown (1838-1922), Daubeny , Duppa (1828-1873), Foster , Gladstone (1827-1902), Griffith (1833-1902), Guthrie , Müller , Noad (1815–1877),, Normandy , Odling (1829 - 1921), Roscoë (1833-1915), Schickendantz (1837-1896), Wanklyn (1834-1906).
ITALIA. (2)	Cannizzaro y Pavesi .
MÉJICO. (1)	Posselt (1817-1880)
PORTUGAL.(1)	J. Augusto Simões-Carvalho (1822-1902)
RUSIA (7)	Sawitsch , Borodin , Mendelyeev , Schischkoff , Zinin , Lesinski , Natansen .
SUECIA (4)	Gilbert (1817-1901), Berlin (1812-1900), Blomstrand (1826-1897), Bahr (1815-1875).
SUIZA (6)	Brunner (1821-1861), Schiff (1834-1915), Marignac (1817-1894), Bischoff , Planta , Wislicenus (1835-1902).

Las ausencias más notorias fueron las de **Justus von Liebig**, **Friedrich Wöhler**, **August Wilhelm von Hoffmann** (1818-1892), **Edward Frankland**, **Eilhardt Mitscherlich** (1794-1863) y **Louis Pasteur**.

Actuó como Presidente del Congreso **Karl Weltzien** y como secretarios **Wurtz**, **Adolph Strecker** (1822-187), **Kekulé**, **William Odling**, (1829-1921),

Henry Roscoe (1833-1915) y **Leon Schischkoff**. Por sugerencia de **Kekulé** se decidió que una comisión diseñara una lista de cuestiones que serían posteriormente debatidas, inicialmente, fue **Bunsen** el requerido por los presentes para presidir el Congreso, pero declinó tal petición en favor de **Karl Weltzien**. (17)

Los asistentes a este primer congreso internacional de química hablaban sin llegar a ninguna conclusión, hasta que el químico italiano **Stanislao Cannizzaro** profesor de química de la Universidad de Génova, presentó una serie de argumentos como los nuevos métodos para determinar los pesos atómicos y moleculares con ayuda de la hipótesis de **Amadeo Avogadro** menospreciada hasta entonces, el trabajo de **Charles Frédéric Gerhardt** sobre la notación química, el método de medida de densidades de **Jean Baptiste Dumas** y el razonamiento de **Marc Antoine Gaudin** (1804-1880) sobre las moléculas poliatómicas de los gases.

El italiano **Stanislao Cannizzaro** describió calurosamente sus teorías y algunos como **Strecker** expresaron su intención de aceptar los pesos atómicos allí propuestos, **Kekulé** lo hacía con ciertas reservas; y otros como **Hermann Franz Kopp** (1817-1892) y **Otto Linné Erdmann** (1804 -1869) argumentaron que no tenía sentido votar en el caso de cuestiones científicas, pues “*cada individuo debía ser libre de hacer lo que su conocimiento y convicción le indicase*”.



Stanislao Cannizzaro
(1826-1910)

Esta situación de desconcierto hubiera marcado el resultado del Congreso si el profesor **Ángelo Pavesi** (1830-1896) de la Universidad de Pavía y amigo de **Cannizzaro**, no hubiera distribuido copias del trabajo de este último, aparecido dos años antes en la revista “*Il Nuovo Cimento*”, en el que revisaba el desarrollo histórico de los conceptos de átomos y moléculas, y exponía los resultados de la total aceptación de la hipótesis, esto es, que se tomase como unidad de referencia para los pesos atómicos el 1, como peso de media molécula de hidrógeno.

Sobre la hipótesis de que los pesos moleculares de las distintas sustancias estarían representados por los pesos de volúmenes iguales de las mismas, **Cannizzaro** dio una tabla correcta con los pesos moleculares de muchos compuestos.

Uno de los primeros convencidos de la validez de la ley de **Avogadro** fue el brillante científico **Lothar Meyer** (1830-1895), él mismo describió su conversión cuando después de leer el libro del italiano escribió: “*me quedé asombrado de la claridad con que este libro pequeño iluminaba los puntos más importantes de las*

*discusiones del Congreso; las escamas parecían haber caído de mis ojos. Las dudas desaparecieron y un sentimiento de completa certidumbre ocupó su lugar. Si algunos años más tarde, yo mismo pude contribuir al esclarecimiento de la situación y a calmar los ánimos calentados, una parte no pequeña se la debo a la publicación de **Cannizzaro**, y de igual modo que a mí, tuvo que afectarle a muchos otros que participaron en el congreso". (17)*

El importante trabajo de **Lothar Meyer** lo glosaremos más adelante, pero aquí podemos decir que su libro aparecido en 1864. "Die modernen Theorien der Chemie" desarrolló la Química teórica sobre la hipótesis de **Avogadro** e influyó notablemente en los químicos de su tiempo.

Aunque no inmediatamente, se adoptaron las ideas presentadas en el Congreso, quedando como unidad de medida, el peso del oxígeno y no el del hidrógeno, puesto que el oxígeno podía ser combinado más fácilmente con los diversos elementos. El peso atómico del oxígeno había sido medido convencionalmente en 1850 por el químico belga **Jean Servais Stas** (1813-1891) quien lo fijó en 16, de modo que el peso del hidrógeno, el elemento menos pesado, sería aproximadamente de 1.

Avanzando un poco más en el conocimiento de la Historia de la Química traemos aquí una tabla resumen confeccionada a partir de datos de diferentes autores para resaltar el espectacular desarrollo del conocimiento de la química realizado en estos cien años en los que se descubren cuarenta y tres elementos, es decir, se ponen de manifiesto casi la mitad de los ladrillos con los que esta construido nuestro mundo. (35), (191), (230), (242)

FECHA	NOMBRE	DESCUBRIDOR	NOTAS
1783	WOLFRAMIO	Fausto D'Elhuyar	España
1789	URANIO	Martin Heinrich Klaproth (1743-1816)	Alemania
1789	CIRCONIO	Martin Heinrich Klaproth	Alemania
1790	ESTRONCIO	Adair Crawford	Escocia
1791	TITANIO	William Gregor (1761-1817)	Inglaterra
1795		Martin Heinrich Klaproth	Alemania
1794	ITRIO	Johan Gadolin (1760-1852)	Suecia
1797	BERILIO	Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829)	Francia
1797	CROMO	Louis Nicoles Vauquelin	Francia
1782	TELURO	Fran Joseph Müller (1740-1825)	Hungría
1798		Martin Heinrich Klaproth	Alemania

FECHA	NOMBRE	DESCUBRIDOR	NOTAS
1801	NIOBIO	Charles Hatchett (1765-1847)	Inglaterra
1801 1830	VANADIO	Andrés Manuel del Río (1764-1849) Nils Gabriel Sefström (1787-1845)	España Suecia
1802	TANTALIO	Anders Gustaf Ekeberg (1767-1813)	Suecia
1803	CERIO	Wilhelm Hisinger (1766-1852) Jöns Jacobo Berzelius, Martin Heinrich Klaproth	Suecia Suecia Alemania
1803	PALADIO	William Hyde Wollaston (1776-1828)	Inglaterra
1803	RODIO	William Hyde Wollaston	Inglaterra
1804	IRIDIO	Smithson Tennant (1766-1852)	Inglaterra
1804	OSMIO	Smithson Tennant	Inglaterra
1807	POTASIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1807	SODIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1808	MAGNESIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1808	BORO	Humphrey Davy Joseph Louis Gay Lussac	Inglaterra Francia
1808	BARIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1808	CALCIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1811	YODO	Bernard Courtois (1777-1838)	Francia
1817	CADMIO	Friedrich Stromeyer (1776-1835)	Alemania
1817	LITIO	Jöns August Arfvedson (1792-1841)	Suecia
1817	SELENIO	Jöns Jacob Berzelius	Suecia
1823	SILICIO	Jöns Jacob Berzelius	Suecia
1825	ALUMINIO	Hans Christian Oersted	Dinamarca
1826	BROMO	Antoine Jerome Balard (1802-1876)	Francia
1829	TORIO	Jöns Jacob Berzelius	Suecia
1839	LANTANO	Carl Gustav Mosander (1797-1858)	Suecia
1842	ERBIO	Carl Gustav Mosander	Suecia
1843	TERBIO	Carl Gustav Mosander	Suecia
1844	RUTENIO	Karl Karlovich Klaus (1796-1864)	Rusia

FECHA	NOMBRE	DESCUBRIDOR	NOTAS
1860	CESIO	Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) Robert Wilhelm Bunsen	Alemania
1861	RUBIDIO	Robert Wilhelm Bunsen Gustav Robert Kirchhoff	Alemania
1861	TALIO	William Crookes (1832-1919)	Inglaterra
1863	INDIO	Ferdinand Reich (1799-1882) Hieronymus Teodor Richter (1824-1898)	Alemania
1875	GALIO	Paul Émile Lecoq de Boisbaudran	Francia
1879	HOLMIO	Per Teodor Cleve	Suecia
1878	ITERBIO	Jean Charles Galissard de Marniac	Suiza
1879	ESCANDIO	Lars Fredrick Nilson	Suecia
1879	SAMARIO	Paul Émile Lecoq de Boiskaudran	Francia
1879	TULIO	Per Teodor Cleve	Suecia
1880	GADOLINIO	Jean Charles Galissard de Marniac	Suiza

A la vista de esta tabla aparecen algunas ideas a destacar; la primera, la presencia de dos españoles, **Fausto D'Elhuyar** y **Andrés Manuel del Río**, junto a tan importante pléyade de prestigiosos químicos, al hablar de sus biografías incluimos los avatares que presentaron estos descubrimientos.

La segunda, es que causa cierta sorpresa comprobar que elementos como el sodio, potasio y calcio; tan comunes en todas las aguas; tienen un descubrimiento como metaloides relativamente tardío, aunque algunos de sus compuestos principales eran conocidos y utilizados desde la antigüedad. La razón era su gran solubilidad y la gran energía necesaria para descomponerlos por electrolisis; se necesitó el concurso de tres científicos, genios cada uno en su campo; **Alejandro Volta**, **Humphry Davy** y **Svante Arrhenius** para conseguir la energía necesaria para obtener los elementos, y la teoría que explicase el fenómeno de la disolución de sus sales.

Vimos en el capítulo la Ciencia en el mundo, que al comparar la información de dos escritos de distinto origen; el de **Javier Ordóñez**, **Víctor Navarro** y **José Manuel Sánchez Ron** (178); y el de **Abraham Alonso** y **Luis Otero** (3); la única fecha en que el trabajo de un químico contribuyó a cambiar el mundo fue el 17 de febrero de 1869, fecha en que **Dimitri Ivánovich Mendeléev** terminó la primera de

sus numerosas tablas periódicas. Realmente, hay que admitir que la Tabla o Sistema Periódico fue un importantísimo pilar de la ciencia teórica y práctica, por eso dedicamos ahora un espacio en describir su descubrimiento.

A pesar de que se cite una fecha concreta para el descubrimiento del Sistema Periódico, este no fue el fruto de un momento de inspiración de un individuo, sino la culminación de una serie de trabajos previos. Ya en 1787, **Antoine Lavoisier** ordenó en una lista los 33 elementos entonces conocidos para incluirla en su libro “*Traité Élémentaire de Chimie*”, el científico francés los agrupó en cuatro categorías basándose en sus propiedades químicas: gases, no metales, metales y tierras raras. En esta primera clasificación aparecían sustancias que ahora conocemos como óxidos, pero que en aquel tiempo habían hecho fracasar todos los intentos de separación en sus elementos.

Unos años después, el químico alemán **Johann Wolfgang Döbereiner** (1780-1849) señaló en 1817 que muchos de los elementos conocidos podían distribuirse por su similitud química, en triadas, mostrando que el peso atómico del segundo elemento se acercaba al promedio de los pesos del primero y el tercero, de tales triadas son ejemplos claros las formadas por litio, sodio y potasio; azufre, selenio y telurio; o cloro, bromo y yodo.

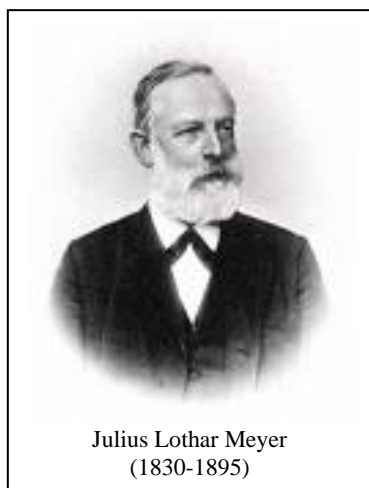
Cuando en 1843 **Leopold Gmelin** publicó la primera edición de su famoso “*Manual de Química*”, describió tres ternas o triadas y aun una pentada; nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio y bismuto, la que ahora reconocemos como grupo 5 de la Tabla Periódica. Hacia 1850, los químicos habían llegado a identificar unas 20 triadas, lo que indicaba una cierta regularidad entre los elementos. (230)

El ruso **Peter Kremers** continuó trabajando con las triadas, sugiriendo que ciertos elementos podían pertenecer a dos triadas diferentes perpendiculares; esta propuesta de utilizar dos direcciones acabaría siendo una característica esencial del sistema de **Dimitri Mendeléev**.

Ya en 1862, el geólogo francés **Alexandre Emile Béguyer de Chancourtois** (1820-1886) fue la primera persona en hacer uso de los pesos atómicos para revelar la periodicidad de los elementos y presentó su sistema basado en una configuración geométrica en la que los elementos, en orden creciente de peso atómico, se disponían a lo largo de una espiral inscrita en la superficie de un cilindro, la *Vis tellurique*. No tuvo demasiado éxito en su época, entre otras cosas porque en su artículo inicial no incluía un diagrama de su tabla, bastante complicada, que su editor no publicó hasta la década de 1890.

A partir de los valores recién normalizados de los pesos atómicos, el químico inglés **John Alexander Reina Newlands** (1837-1898) propuso en 1864 la ley de las octavas. Dispuso los elementos en orden creciente de peso atómico; observando que las propiedades del octavo elemento, a partir de uno cualquiera, podían considerarse como una repetición de las del primero de manera análoga a las notas de la escala musical. La ley de las octavas no podía aplicarse, como tal, a partir de la tercera, pero incluía la división de los elementos en familias y en períodos; aunque esta periodicidad, que no se cumplía siempre, les pareció a sus contemporáneos arbitraria, cuando no fantasiosa.

Tanto era así que en una reunión de de la Sociedad Química de Londres en 1866, **George Carey Foster** (1835-1919) llegó a preguntarle **Newlands** si había considerado ordenar los elementos alfabéticamente, dado que cualquier ordenación presentaba alguna coincidencia. La Sociedad Química se negó a publicar el artículo de **Newlands**, perdiendo una magnífica ocasión de conseguir para la ciencia inglesa la prioridad del descubrimiento, y no fue hasta 1887 cuando la contribución del científico fue reconocida por la Royal Society, que le otorgó la Medalla Davy. (41), (230)



Julius Lothar Meyer
(1830-1895)

Otro químico inglés, **William Odling** en 1864, diseñó una tabla de elementos que tenía una parecido asombroso con la primera de **Mendeléev**. Los grupos eran horizontales y los elementos estaban colocados en orden creciente de pesos atómicos dejando espacios vacantes para otros aún no descubiertos, además, pudo colocar el talio, plomo, mercurio y platino en sus grupos correctos, algo que **Mendeléev** no pudo hacer en su primer intento. Su contribución a la consecución de la Tabla fue silenciada, pues se sospecha que como Secretario de la Sociedad Química de Londres, fue el encargado en desacreditar los esfuerzos de **Newlands** para publicar su primera Tabla Periódica.

En la misma época que **Dimitri Mendeléev**, el químico y medico alemán **Julius Lothar Meyer** profesor de la Universidad de Breslau y luego rector de la de Tübingen, estudió la relación entre el peso atómico y las propiedades físicas de los elementos, lo que le llevó a representar gráficamente la dependencia de los volúmenes atómicos, puntos de fusión, de ebullición y comportamiento electroquímico de los elementos con los citados pesos, mostrando en unas gráficas una variación periódica.

Utilizó los pesos atómicos de **Cannizzaro** para dibujar su primitiva tabla en 1864, pero la versión más sofisticada, que produjo en 1868 para la segunda edición de su libro de texto, no fue utilizada y permaneció guardada junto con otros documentos hasta ser publicada sólo después de su muerte en 1895.

Propuso, en 1869, una Tabla Periódica incompleta en la que dejaba lugares vacíos para elementos que aún no se habían descubierto, pero por culpa del editor no fue publicada hasta 1870, con posterioridad a la de **Mendeléev**, que era más completa, más sencilla y más audaz. El trabajo que había realizado **Meyer**, de manera independiente de su colega ruso, recibió su recompensa y compartió con el siberiano la medalla Davy en 1882.

En el capítulo dedicado a la Ciencia en el mundo, vimos cómo el único químico en el que coincidían todos los estudiosos como personaje relevante para el desarrollo de la ciencia era **Dimitri Mendeléev**, y es verdad que su aportación fue muy importante e incluso fácil de entender para las personas no dedicadas a la Química. Por eso y como final de este capítulo, resumiremos su biografía, que realmente es muy interesante y casi novelesca.

DIMITRI IVÁNOVICH MENDELÉEV 1834-1907

El apellido del científico ruso puede aparecer escrito de muchas maneras, los rusos **Trífonov** (242) lo escriben **Mendeléev**; **Hugo Bauer** (48) lo hace como **Mendeléyev**; **J. R. Partington**, **Egon Wiberg** y **Ernest Meyer** (168, 259,171), como **Mendelejeff**; **Isaac Asimov** (34, 35), como **Mendéleiev**; **Joseph A. Babor** (41), como **Mendelejew**; **Giancarlo Masini** (167), como **Mendeliev**; **Francisco Vera** (251), como **Mendeleief**; **Julio Monzón** (174), como **Mendeleeff**; **John Gribbin** (127), como **Mendeléiev**); la Enciclopedia Británica en el artículo firmado por **Bernadett Bensaude Vincent** utiliza **Mendelejev** y también **Mendeleev** que es como lo escribe **Carlos Solís** (233).

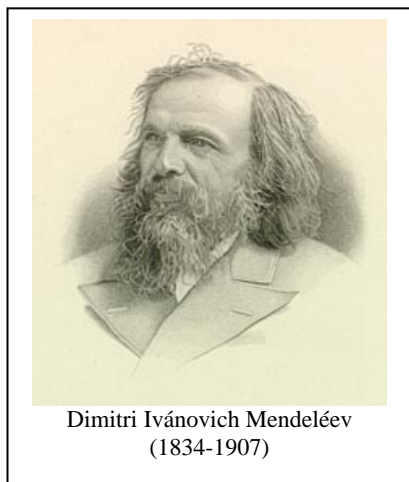
A la hora de utilizar en este trabajo el apellido de este científico me voy a decantar por la versión que utilizan **D.N. Trífonov** y **V.D. Trífonov**, que dedican un capítulo de su libro “Cómo fueron descubiertos los Elementos Químicos” a su compatriota. Creo que estos autores y este libro publicado en Moscú en 1980 por la Editorial MIR, y traducido directamente del ruso por **A. Ya. Sergueiquin**, utilizará la grafía más correcta.

La vida de **Dimitri Ivánovich Mendeléev** comienza en Tobolsk, una perdida localidad de Siberia, en febrero de 1834. Era el menor de 13 ó 17 hermanos, según la fuente consultada, de la familia formada por **Iván Pavlóvich Mendeléev** y **Ma-**

riya Dmítriyevna Kornileva. Los antepasados del científico desafiando la soledad y el frío habían logrado crear un pequeño centro urbano en el siglo XVI, cerca de la confluencia de los ríos Tobol e Irtis, que se inundaba en primavera y quedaba aislada por el hielo durante todo el invierno.

Su abuelo, en 1787, había instalado la primera imprenta de Siberia y fundó el primer periódico de la región. Su madre, que los testigos describían como una belleza tártara, pertenecía a una familia de emprendedores que habían creado la primera industria del vidrio en Siberia.

En el mismo año en que nació, 1834, su padre quedó ciego perdiendo así su trabajo como director del colegio del pueblo. Como la pensión que recibían resultaba insuficiente, la madre tuvo que tomar las riendas de la familia y dirigir la fábrica de vidrio que había fundado su abuelo. Un cuñado suyo, exiliado por las revueltas populares de 1825, y un químico de la fábrica le inculcaron el amor por las ciencias especialmente por la química.



Dimitri Ivánovich Mendeléev
(1834-1907)

Nada más terminar el bachillerato murió su padre y se quemó la fábrica de vidrio que dirigía su madre, que se supone pertenecía al pueblo mongol. Ésta brava mujer apostó por invertir en la educación de Dimitri los ahorros guardados en vez de reconstruir la fábrica. En esa época la mayoría de los hermanos, excepto una hermana, se habían independizado, y la madre recorrió, en 1848 con estos dos hijos, miles de kilómetros por carretera hasta llegar a Moscú para que Dimitri ingresase en la Universidad. Sin embargo, **Mendeléev** no fue admitido, quizá debido al clima político que existía en ese momento en Rusia, ya que no admitían en la Universidad a nadie que no fuese

de Moscú y menos a un siberiano.

En otoño de 1850 fue admitido como estudiante de magisterio en la Instituto Central Pedagógico de San Petersburgo, donde había estudiado su padre. En ese mismo año murió su madre que tanto había luchado por su formación y cuando posteriormente, en 1887, el científico le dedicó su libro sobre las disoluciones vertió todo su reconocimiento escribiendo: *“Educó con el ejemplo, corrigió con cariño, y para que me dedicara a la ciencia recorrió Siberia consumiendo sus últimos recursos y fuerzas.”*

Ejerció brevemente como maestro en Simferopol en Crimea, a donde acudió buscando la bonanza del clima para mejorar su maltrecha salud, y en el liceo de Odessa. Vuelto a San Petersburgo presentó sus magníficas credenciales y logró por fin que se le permitiera estudiar química en esa Universidad.

En 1855 terminada la carrera realizó su reválida presentando su primera memoria sobre “El isomorfismo en relación con otros puntos de contacto entre las formas cristalinas y la composición”, y su tesis “Sobre la estructura de las combinaciones silíceas” escrita para alcanzar la cátedra de química en la Universidad de San Petersburgo. A los 23 años era ya encargado de un curso de dicha Universidad.

Gracias a una beca pudo ir a París y Heidelberg en 1859, donde trabajó con **Emil Erlenmeyer** (1825-1909), **August Kekulé**, **Gustav Kirchhoff** y **Robert Bunsen** publicando un artículo sobre “La cohesión de algunos líquidos y sobre el papel de la cohesión molecular en las reacciones químicas de los cuerpos”; también conoció al químico italiano **Stanislao Cannizzaro**, cuyos planteamientos sobre la masa atómica le parecieron bien razonados.

Participó en el congreso de Karlsruhe de 1860 donde quedó impresionado por las ideas sobre el peso de los elementos que planteó **Cannizzaro**. Influido por lo que había escuchado en Karlsruhe escribió su libro titulado “Química orgánica” en apenas sesenta días. En el periodo de vacaciones viajó por Italia con su compañero **Alexander Borodin** (1833-1887) un gran químico orgánico y no menos importante compositor musical.

En 1864 fue contratado como profesor extraordinario de tecnología y química del Instituto Técnico de San Petersburgo y habiendo terminado su doctorado en 1865, fue nombrado en 1867 profesor titular u ordinario de química inorgánica de dicha Universidad donde estudió el isomorfismo, la compresión de los gases y las propiedades del aire enrarecido, permaneciendo en esta cátedra 23 años hasta 1890.

Preparando sus clases, sintió la necesidad de disponer de un nuevo libro de texto para impartir sus lecciones y comenzó a escribir el que pronto sería uno de los más famosos y más profusamente utilizado: “Los principios de la química” (1868-1871) dónde formuló su famosa Tabla Periódica, traducido a multitud de lenguas fue libro de texto durante muchos años con ocho ediciones.

La consideración de que las propiedades de los elementos se encontraban relacionadas de alguna manera con sus pesos atómicos fue una idea brillante e imaginativa, sobre todo si se piensa que en aquel entonces no se conocía nada acerca de la estructura atómica.

Conforme avanzó en la escritura de su libro, los resultados de la colocación de los elementos en una serie ordenada empezaron a parecerle importantes, de tal manera que en 1867 publicó una Tabla, cincuenta ejemplares en francés y ciento cincuenta en ruso, que envió a sus colegas de Rusia y de Europa. En 1871 publicó un artículo con sus resultados para que fuera leído por la comunidad científica de la época dando noticia del que sería su éxito más resonante, la predicción de elementos hasta entonces desconocidos.

Con el objeto de que los elementos se encontraran en los grupos correctos de acuerdo con sus propiedades químicas, **Mendeléev** dejó posiciones vacantes en su Tabla y predijo que dichos huecos correspondían a elementos que todavía no habían sido descubiertos. (60)

Un vistazo a la Tabla Periódica corta que publicó en 1870, permite ver claramente las predicciones de la existencia de tres elementos. En la familia III había espacio para dos elementos, el primero de ellos, debía de tener un peso atómico entre 40 y 50 y por sus propiedades parecerse más al boro que el aluminio, lo denominó *ekaboro*. El segundo, con peso atómico entre 65 y 70, debía de parecerse más al aluminio, el *ekaaluminio*. Quedaba un espacio en el centro de la Tabla, en la familia IV con peso atómico entre 70 y 75, asignado al *ekasilicio*.

Inicialmente, la Tabla Periódica recibió poca atención por parte de los colegas de **Mendeléev**, pero cuando sus predicciones de los elementos no conocidos fueron corroboradas con bastante exactitud por los descubrimientos de los elementos, los químicos empezaron a darse cuenta de que la Tabla era una herramienta del máximo valor.

En 1875 el francés **Paul Emile Lecoq de Boisbaudran** descubrió en un mineral de zinc de los Pirineos el *ekaaluminio*, en 1879 el sueco **Lars Friederic Nilson** descubrió el *ekaboro*, y finalmente en 1886 el alemán **Alexander Winkler** (1838-1904) descubrió el *ekasilicio*. Sin ponerse de acuerdo explícitamente, pero profundamente de acuerdo con la época, los nombraron en honor a sus países: galio, escandio y germanio, respectivamente. (167)

La Tabla no solo permitió predecir nuevos elementos, posteriormente confirmados, **Mendeléev** se atrevió a corregir el peso atómico del elemento indio descubierto en 1863 y al que se le asignaba incorrectamente el valor de 75,6. Con este valor el nuevo elemento no encontraría un lugar conveniente en su sistema periódico y propuso aumentar el valor en 1,5 veces, más acorde con el de 114,76 que se le da hoy.

Desde entonces **Mendeléev** fue reconocido como uno de los más importantes científicos de la época y el gran significado del sistema periódico consiste en que estableció un orden estricto en la antes caótica multitud de elementos químicos. (242)

Ahora sabemos que la Tabla Periódica se adapta perfectamente a nuestro conocimiento de la estructura de la materia, pero en aquella época parecía que los nuevos descubrimientos amenazaban el ordenamiento elemental indicado por **Mendeléev**. Defender la Tabla Periódica no era sencillo, pues se sucedieron los hallazgos que cuestionaban una y otra vez su precisión. Así ocurrió en 1894 cuando **William Ramsey** (1852-1916), **John William Strutt, lord Rayleigh** (1842-1919) y **Morris Travers** (1872-1961) descubrieron el argón y posteriormente los otros cuatro gases; helio, neón, criptón y xenón; gases nobles que no disponían de lugar en la Tabla y que nadie había predicho su existencia. (230)

Mendeléev tenía suficientes evidencias de que su Tabla Periódica no estaba completa y al conocer la existencia de los gases nobles, en 1900 encontró que su sistema los podía acomodar sin cambios; añadiendo una columna entre los halógenos y los alcalinos, sin embargo, nunca pudo aceptar la evidencia de que los átomos tienen estructura porque siempre pensó que eso habría de destruir su obra.

Pese a los profundos cambios operados en la ciencia de los últimos años, la estructura básica del sistema periódico no ha sufrido ninguna transformación radical. Cada vez que un nuevo hallazgo parecía cuestionar sus fundamentos teóricos, se acabó por incorporar los resultados manteniendo su estructura fundamental intacta.

Desde su descubrimiento, el 1 de marzo de 1869, científicos de todo el mundo propusieron una enorme cantidad de variantes de representación gráfica de la Tabla Periódica. El número aproximado de estas variantes supera las 500, algunas circulares o tridimensionales como la del profesor **Fernando Dufour** del College Ahuntsic de Montreal, o piramidal como la **William Jensen** de la Universidad de Cincinnati.

Volviendo a la biografía de **Mendeléev**, en 1890 renunció a su cargo en la Universidad, disgustado por el trato opresivo que el gobierno daba a los estudiantes, alborotados con motivo de la insurrección polaca, y por la falta de libertad académica. Afortunadamente todavía conservaba amigos en la corte de los zares y en 1892 fue nombrado conservador científico de la Oficina de Pesas y Medidas, después de un año de trabajo para reorganizarla fue nombrado director, esto le permitió hacer diversos viajes, entre los que se encuentra el realizado a Londres donde recibe los doctorados honoris causa de las universidades de Cambridge y Oxford. Desem-

peñó el cargo de director de la Oficina hasta su muerte en 1907, pudiéndose asegurar que fue el fundador de la metrología en Rusia.

Mendeléev estaba a favor de la introducción de reformas en el sistema educativo ruso y quizás por eso no consiguió ser elegido miembro de la Academia imperial de Ciencias, debido a su liberalismo. La Academia de Ciencias de San Petersburgo nunca lo admitió como miembro de la misma pues ésta era una institución paralela a la Universidad y como los académicos recibían un salario dejaban su relación con la enseñanza.

Es difícil encontrar un aspecto técnico al que el científico ruso no le prestase atención. De los 550 trabajos que publicó, los libros y artículos dedicados a problemas químicos representan solamente un 15 %. Su activa vida científica se dirigió a otros muchos campos y así en 1876 fue enviado a Estados Unidos, para informarse sobre la extracción del petróleo en los campos petrolíferos de Pennsylvania y ponerla luego en práctica en el Cáucaso. El estudio del refinado del petróleo le llevó a investigar el fenómeno de la atracción de las moléculas de cuerpos, materia que estudió hasta el día de su muerte.

En 1887 realizó una ascensión en globo en solitario, aunque no tenía idea de cómo manejarlo, para estudiar y fotografiar un eclipse total de sol, quedando desde entonces interesado en las posibilidades de desarrollo de la aviación. Ese mismo año publicó el “Estudio de las disoluciones acuosas según el peso específico”, donde concluía que las soluciones contienen asociaciones de moléculas hidratadas en un estado de equilibrio inestable, y que se disocian de diferentes maneras según su concentración.

En 1890, por encargo del ministerio de Guerra y Marina, preparó una pólvora sin humo conocida como el pirocolodión, también estudió la industria de los lácteos en Rusia, quiso alcanzar el Polo Norte en barco rompehielos, para lo cual diseñó uno especial y propuso la gasificación subterránea de la antracita de los Urales, proyecto que se llevó a cabo muchos años después.

También escribió sobre la economía rusa y su relación con las características esenciales de su pueblo, sugirió regulaciones en la producción y venta de alcohol y se le ha supuesto el inventor de la norma del vodka de cuarenta grados y de ahí que sea considerado el inventor del vodka.

En 1902, viajó a París y visitó al matrimonio Curie, **Marja Skłodowska**, y **Pierre Curie** (1859-1906), en su laboratorio. Observó el experimento de la fosforescencia del sulfuro de cinc debida a los rayos X, y concluyó que “en los cuerpos radiactivos existía un gas etéreo que provocaba vibraciones luminosas y

que entraba y salía de los cuerpos como un cometa entra y sale del sistema solar”. No le terminó de convencer la teoría de la radiactividad y la estructura del átomo. Consideraba la radiactividad como una propiedad o un estado de las sustancias, mientras que los átomos y moléculas no existían realmente aunque sí lo hacía la energía.

Mendeléev estuvo en la lista final de candidatos para el premio Nobel de Química de 1906, que no consiguió por un voto. El comité opinó que la propuesta de la Tabla Periódica no había predicho la existencia de los gases nobles y por eso prefirió otorgárselo al purificador del flúor e inventor del horno eléctrico, **Henri Moissan** (1852-1907). La razón verdadera bien pudo ser la oposición de **Svante Arrhenius**, cuya teoría de las soluciones había criticado **Mendeléev** en los años ochenta del siglo XIX.

Falleció el 2 de febrero de 1907 casi ciego, en su Rusia natal no se reconoció inicialmente su importancia, debido a sus ideas liberales, sin embargo pasado el tiempo, en 1955, se dio el nombre de mendelevio (Md) al elemento químico de número atómico 101 como homenaje a su persona.

Mendeléev, además de ser un genio, tenía un carácter pintoresco, provocando una extraña curiosidad en quienes lo veían por su manera de vestir y sus ojos azules en una cara de rasgos no europeos. Una característica, siempre destacada en todos sus retratos, es la enorme melena que lucía. Sus biógrafos dicen que tan sólo se cortaba el pelo una vez al año, en primavera, y que nunca se desviaba de esta costumbre, ni tan siquiera cuando era llamado a audiencia por el Zar.

Autores como **Eric Scerri**, experto en historia y filosofía de la química, piensan que la Tabla representa una de las ideas más fructíferas de la ciencia moderna, comparable tal vez con a la teoría de la evolución de **Darwin**. A diferencia de la mecánica newtoniana y otras teorías, no ha sido desmentida ni trasformada de raíz por la física moderna, sino que ha sabido adaptarse y madurar sin apenas perturbación. (230)

De las cinco coincidencias entre los trabajos de **Javier Ordóñez**, **Victor Navarro** y **José Manuel Sánchez Ron** (178), y el **Abraham Alonso** y **Luis Otero** (3) además de la figura de **Mendeléev**, se encuentra, como momento crucial de la humanidad, la publicación de la teoría de **Charles Darwin**, esta circunstancia nos satisface pues indica que no escogimos mal esta forma de comparación.

La denominación de Tabla Periódica y su forma de presentación completa fue finalmente acordada por la International Union of Pure Applied Chemistry, IUPAC, en 1985, después de muchos años de debate.

Paralelamente al desarrollo de la Química práctica se iniciaron las publicaciones de grandes obras como el “Tratado elemental de Química” (144) de **Lavoisier**, el “Organische Chemie” de **Liebig**, el “Grundriss der Chemie” de **Wöhler**, el “Cours élémentaire de chimie” de **Regnault** y como complementos a estas obras generales los llamados diccionarios, como el de **Hermann von Fehling** (1811-1885) y el de **Adolphe Wurtz**.

También para favorecer la propagación de las nuevas conquistas se publicaron revistas periódicas cada vez más importantes. En 1789, **Berthollet**, **Lavoisier**, **Morveau**, **Gaspard Monge** barón de **Dietrich**, **Jean Henri Hassenfratz** (1755-1827), **Pierre Auguste Adet** (1763-1834) y **Fourcroy** fundaron los “Annales de Chimie et Physique”, revista que ha sobrevivido hasta nuestros días, y desde 1835 la Académie des Sciences francesa publicó en cuadernillos semanales las “Comptes rendus de l’Académie de Sciences”.

En Inglaterra, desde 1848 se edita el “Journal of the Chemical Society”, y en Alemania la primera publicación de este tipo fueron los “Annalen der Physique und Chemie”, fundado por **Johann Christian Poggendorf** (1796-1877) en el año 1824, a los que siguieron los “Annalen der Chemie und Pharmacie”, fundados por **Liebig** en 1832. Los demás países no se quedaron atrás con sus publicaciones, en la mayor parte de los casos asociadas con Academias o sociedades químicas como Holanda, Italia, Austria, Bélgica, Rusia, España, etcétera. (48)

La Química había tenido un desarrollo espectacular en los cien años que incluye nuestro trabajo. Los mismos químicos empezaban a darse cuenta de su importancia y tanto es así, que en un banquete que a principios del año 1894 celebraron los fabricantes de productos químicos de París, el famoso **Pierre Eugène Berthelot** (1827-1907) pronunció un brindis muy notable en el que describió los progresos de cuyos beneficios disfrutará la Humanidad, gracias a las ciencias modernas, en el año 2000, por ejemplo.

“El año 2000 no habrá ya agricultura, ni pastores, ni labradores, pues la química habrá por entonces dado al traste con el antiguo modo de producir los alimentos por el cultivo. No habrá minas ni industrias subterráneas, ni, por lo tanto, huelgas de mineros. Los combustibles estarán sustituidos por procedimientos químicos y físicos”.

“El problema capital de industria consiste en buscar energías que sean inagotables o se renueven con un trabajo insignificante. Es preciso utilizar el calor del sol y el calor interno del globo terrestre, así como la energía de las mareas. Hay fundadas esperanzas de que estas tres energías se podían explotar ilimitadamente”.

“El problema de la alimentación es puramente químico; el día que se obtenga barata la energía se fabricarán toda clase de alimentos con carbono extraído del ácido carbónico, con hidrógeno y oxígeno extraídos del agua, y con ázoe extraído de la atmósfera. Lo que hasta ahora han hecho los vegetales será tarea de la industria, que tendrá productos más perfectos que la propia naturaleza”.



Eugene Berthelot
(1827-1907)

“Los campos sembrados, los pastos, las viña, las huertas, habrán desaparecido. El hombre de aquellos dichosos tiempos será mejor y de más dulce carácter que sus antepasados, que tuvieron que vivir de la destrucción de plantas y animales. Esta es mi esperanza”.

Al final **Berthelot** brindó por el trabajo, la justicia y la felicidad de todo el género humano, en su libro **Julio Broutá**, escribió: *“No podemos menos de adherirnos a sus votos”.* (59)

Los que vivimos unos años después de la fecha que el científico francés dio como referencia, el año 2000, vemos que sus predicciones todavía no se han cumplido. **Berthelot** fue el primero en sintetizar sustancias orgánicas, algunas de ellas no eran parte de ningún organismo y luego se dedicó a la termoquímica, es decir a la materia y la energía, por eso se atrevía a predecir un mundo sin problemas alimenticios.

El tiempo no le ha dado la razón, la síntesis de materias nutritivas es posible, pero no está bien vista, la química casi se rechaza en la alimentación, la energía cuenta con más sistemas de generación, la termo voltaica y la nuclear, que tampoco nos decidimos a utilizar, la población del planeta pasa hambre y no es feliz, la esperanza de **Pierre Eugène Berthelot** y los votos de **Julio Broutá**, todavía tendrán que esperar.