



LOTHAR MEYER: EL OTRO DESCUBRIDOR DEL SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Enrique J. Baran

Académico Emérito de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
E-mail: baran@quimica.unlp.edu.ar

Palabras clave

Lothar Meyer
Mendeleev
Sistema Periódico
de los Elementos
Propiedades
periódicas

Resumen El sistema periódico de los elementos fue desarrollado independientemente y en forma casi simultánea por Lothar Meyer en Alemania y Dimitri Mendeleev en Rusia. Pero, como Meyer publicó sus resultados un año después que Mendeleev, el descubrimiento del Sistema Periódico ha quedado siempre ligado sólo al nombre del científico ruso. Lothar Meyer fue un médico y químico alemán que hizo contribuciones relevantes para el avance de la Ciencia durante el s. XIX, y este año recordamos el 190 aniversario de su nacimiento. Por lo tanto, este artículo puede ser considerado como un homenaje a su personalidad y a sus logros mostrando también sus particulares visiones sobre el ordenamiento periódico de los elementos químicos.

Keywords

Lothar Meyer
Mendeleev
Periodic System of
the Elements
Periodic properties

Abstract **Lothar Meyer: The other discoverer of the periodic system of the chemical elements.** The periodic system of the elements was developed independently and almost simultaneously by Lothar Meyer in Germany and Dimitri Mendeleev in Russia. However, as Meyer published his results one year later than Mendeleev, the discovery of the Periodic System remained always related only to the name of the Russian scientist. Lothar Meyer was a German physician and chemist which made important contributions to the advancement of science during the XIXth. century, and this year we remember his 190th birthday. Therefore, this article may be considered as a tribute to his personality and achievements and gives an insight into his particular visions on the periodic ordering of the chemical elements.

1. Introducción

Durante el año pasado celebramos, por proclamación de la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Año Internacional de la Tabla Periódica, ya que durante 2019 se cumplió el 150 aniversario del descubrimiento del Sistema Periódico de los Elementos Químicos por el científico ruso Dimitri Ivánovich Mendeleev (1834-1907), descubrimiento que constituyó, indudablemente, uno de los logros más significativos de la Ciencia moderna. Efectivamente, el Sistema Periódico es, tanto desde la teoría como de la práctica una de las herramientas fundamentales y más preciosas desarrollada por el genio humano. Diariamente ayuda a la orientación del estudiante y muestra al científico experimentado nuevas rutas y caminos en la investigación, apoyando continuamente el ordenamiento sistemático de la Química en su conjunto y en todos sus matices (Baran 2019).

Pero lo que no siempre se recuerda es que, en forma independiente de los trabajos de Mendeleev, el médico y químico alemán Lothar Meyer llegó a establecer el mismo ordenamiento, en forma casi simultánea. Pero, por haber publicado sus resultados unos meses más tarde que el sabio ruso, así como por otras circunstancias ocurridas posteriormente, el descubrimiento quedó por siempre ligado solamente al nombre de Mendeleev.

Dado que este año se cumplen 190 años del nacimiento de Meyer, parece muy oportuno volver a recordar su figura y resaltar también sus logros y visiones particulares sobre el ordenamiento periódico de los elementos químicos.

2. Breve bosquejo biográfico

Julius Lothar Meyer (Fig. 1) nació en Varel and der Jade (Gran Ducado de Oldenburg, Baja Sajonia, Alemania) el 19 de agosto de 1830 (las fuentes para este bosquejo biográfico fueron: Weeks 1932; Boeck 2019).

Su padre, Heinrich Friedrich August Jakob Meyer era médico y de su matrimonio con Anna Sophie Wilhelmine Biermann, nacieron ocho hijos, de los cuales sólo cuatro llegaron a la adultez. Luego de finalizar sus estudios medios en el Antiguo Gimnasio de Oldenburg en 1851, Lothar decidió seguir las huellas de su padre y estudiar Medicina. A partir de ese mismo año y hasta 1853 cursó materias médicas, pero también tomó cursos de Química, Física, Geología y Botánica en la Universidad de Zürich. Seguidamente, se trasladó a Würzburg, donde en 1854 presentó su Tesis de Doctorado obteniendo el grado de Dr. en Medicina. Sin embargo, ya en ese momento había empezado a sentir una fuerte atracción por la Química, por lo cual al año siguiente se trasladó a Heidelberg para trabajar con Robert Bunsen (1811-1899), dedicándose especialmente a estudios con gases.



Fig. 1. Julius Lothar Meyer.

Durante 1856/57 se radicó en Königsberg, para asistir a los cursos de electromagnetismo del físico Franz Ernst Neumann (1798-1895) y allí continuó además trabajando en problemas de fisiología en el laboratorio de Gustav Werther (1815-1869). Con los resultados de estos estudios publicó un trabajo sobre el efecto del monóxido de carbono sobre la sangre el que presentó como Tesis a la Universidad de Breslau, con la cual obtuvo, en 1858, el grado de *Dr. phil.*, y al año siguiente logró la habilitación docente, en esa misma Universidad, presentando un escrito titulado “Sobre las Enseñanzas Químicas de Berthollet y Berzelius”. Inmediatamente, fue puesto a cargo del laboratorio químico del Instituto de Fisiología de la Universidad de Breslau, donde dictó clases sobre Química de plantas y animales, fotoquímica, análisis de gases y los cursos básicos de Química Orgánica e Inorgánica.

Después del Primer Congreso Internacional de Química, realizado en Karlsruhe en septiembre de 1860 (ver Secc. siguiente) y del que Lothar Meyer participó personalmente, se sintió fuertemente atraído por diversos aspectos teóricos de la Química, planeando de inmediato la escritura de un libro que permitiera clarificar diversos aspectos y cuestiones que se venían discutiendo en la época. Este fue, sin embargo, un trabajo lento, muy meticuloso y pensado y terminó con su redacción recién en 1864, año en que fue publicado con el título “Las Modernas Teorías de la Química y su Significado para la Estática Química”. En este trabajo siguió invirtiendo muchos esfuerzos y lo fue ampliando y extendiendo en forma continuada, produciendo cuatro ediciones posteriores del mismo (1872, 1876, 1883 y 1884), la última de las cuales alcanzó a superar las 600 páginas.

El mismo año en que se publicó la primera edición de su obra, su hermano Oskar Emil (1834-1909) que también había estudiado Medicina y la

abandonó bien pronto, para dedicarse también a las Ciencias Exactas, se incorporó a la misma Universidad de Breslau como profesor de Matemática y Físico-Matemática.

Luego de un breve paso por la Academia de Bosques de Neustadt-Eberswalde (1866/67), donde tuvo una extremadamente elevada carga docente que le dejaba escaso tiempo para sus trabajos de investigación, en 1868 fue convocado como Profesor Ordinario y Director del Laboratorio Químico del Politécnico de Karlsruhe. Un tiempo antes de su traslado a la Academia de Bosques se había casado con Johanna Volkmann, matrimonio del cual nacieron, entre 1867 y 1874, cuatro hijos, dos varones y dos mujeres.

Lothar Meyer trabajó en Karlsruhe entre 1868 y 1876. Durante la guerra franco/prusiana (1870/1871) parte del Politécnico fue utilizada como lazareto, y Meyer se ocupó de la dirección del mismo, volviendo a utilizar sus conocimientos y habilidades médicas. Incluso, al finalizar esa guerra le fue concedida una medalla en reconocimiento a esa labor.

En 1876 fue convocado como Profesor de Química Teórica, por la Universidad de Tübingen, para suceder a Rudolph Fittig (1835-1910) y a partir de ese momento se estableció definitivamente con su familia en esa bella ciudad universitaria. Allí dictaba regularmente los cursos de Química Inorgánica y de Química Orgánica y también cursos especiales sobre diferentes aspectos de la fisicoquímica. Por otra parte, bien pronto el nombre de Lothar Meyer comenzó a atraer hacia Tübingen, y en forma continuada, a numerosos grupos de estudiantes no sólo de Alemania sino también de otras partes del mundo.

También a partir de esos años comenzó a recibir numerosos reconocimientos y distinciones. En 1882 recibió, conjuntamente con Mendeleev, por sus trabajos sobre la clasificación periódica de los elementos la Medalla Davy de la Royal Society de Londres y al año siguiente fue designado Miembro Honorario de la Chemical Society. En 1888 fue nombrado miembro correspondiente de la Academia Prusiana de Ciencias y en 1891 de la Academia de Ciencias de San Petersburgo. En 1892 recibió la Cruz de Honor del Orden de la Corona de Württemberg, lo que le permitió llamarse a partir de entonces, von Meyer. En el período 1894/1895 fue designado Rector de la Universidad de Tübingen y, el 11 de abril de 1895, poco tiempo después de finalizar con su mandato, falleció a la edad de 64 años siendo sepultado en el cementerio Estatal de Tübingen.

3. Obra científica

Lothar Meyer ha dejado huellas importantes en varios de los campos de la Química, sin embargo aquí nos restringiremos fundamentalmente a su

labor en relación al ordenamiento periódico de los elementos. Con el continuo descubrimiento de nuevos elementos a lo largo del s. XIX y con la posibilidad de la determinación cada vez más precisa de los pesos atómicas de los mismos, aumentaron en el ámbito científico los esfuerzos para desarrollar una clasificación de los elementos y en la búsqueda de encontrar algún tipo de relaciones cuantitativas entre ellos, basadas en sus pesos atómicos.

Un antecedente y motivador fundamental en este desarrollo fue sin duda el Primer Congreso Internacional de Química, desarrollado en Karlsruhe entre el 3 y el 5 de setiembre de 1860 y hay consenso general entre los historiadores de la Ciencia que este Congreso llevó a la constitución definitiva de la Química como Ciencia moderna (deMilt 1951; Cid Manzano 2009). A mediados del s. XIX había una gran confusión entre peso atómico, peso molecular y peso equivalente y asimismo sobre la nomenclatura y manera de formular los compuestos químicos. Aparecía pues necesario poner algún tipo de orden y acuerdo en todo este estado de confusión y fue August Kekulé (1829-1896) el que sugirió organizar un Congreso Internacional que permitiera convocar a los más importantes químicos de la época para empezar a clarificar todas estas cuestiones. Incluso se ha llegado a decir que esta fue una de las contribuciones más importantes de Kekulé el desarrollo de la Química (deMilt 1951).

Para encaminar este proyecto Kekulé contó con la inestimable ayuda del notable químico francés Adolphe Wurtz (1817-1884) y de Karl Weltzien (1813-1870), quien a la sazón era profesor de Química en la Escuela Superior Técnica de Karlsruhe. Tanto Lothar Meyer como Dimitri Mendeleev asistieron a este Congreso, el que tuvo un fuerte impacto en todos sus trabajos y desarrollos científicos posteriores. Una de las figuras centrales y más importantes del Congreso fue, indudablemente, Stanislao Cannizzaro (1826-1910). Este químico italiano fue un ferviente defensor de la hipótesis de Avogadro, que había sido publicada en 1811 en el "*Journal de Physique*" pero había tenido escaso impacto hasta ese momento en la comunidad científica (deMilt 1951; Fluck y Rumpf 1986; Cid Manzano 2009). Según esta hipótesis, volúmenes iguales de gases diferentes, a la misma presión y temperatura, deberían contener el mismo número de moléculas. Y a partir de esa hipótesis se encontró una nueva llave para la determinación de pesos atómicos, lo que indudablemente fue un gran soporte para los intentos inmediatamente posteriores de ordenamiento de los elementos. Y, además, paulatinamente, esa hipótesis pasó a transformarse en una de las Leyes fundamentales de la Química moderna. Cannizzaro también defendió con mucha claridad otras ideas relacionadas con el tema de átomos y moléculas y con los pesos atómicos.

En todos los debates, tanto en plenarios como en comisiones, hubo discusiones relevantes sobre los más variados aspectos que interesaban, y muchas veces dividían, a la comunidad química de ese entonces. No obstante, hubo acuerdos en varios puntos importantes, p. ej., se adoptaron nuevos pesos

atómicos para átomos fundamentales (H, O, C), se introdujeron numerosas mejoras no solo en la nomenclatura sino también en la representación de los compuestos químicos, se reconoció que ciertos elementos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y cloro estaban constituidos por moléculas diatómicas y no por átomos individuales. Tanto Meyer como Mendeleev parecen haber quedado fuertemente impactados por los resultados y los debates de este Congreso y de hecho, es evidente que a partir de ellos tomaron una más clara y firme conciencia de la importancia de los pesos atómicos.

Ya Johann Wolfgang Döbereiner (1780–1849), profesor de Química en la Universidad de Jena, había logrado establecer algunas relaciones numéricas sencillas entre los pesos atómicos de algunos elementos químicamente análogos (las llamadas “tríadas de Döbereiner” (1829), por ejemplo el Br_2 muestra un peso atómico que es aproximadamente la media aritmética de los pesos de sus congéneres Cl_2 y I_2) (Weeks 1932; Baran 2019; Boeck 2019). Este trabajo, conocido por Meyer, lo indujo a avanzar en esa misma línea de pensamiento y tratar de hallar nuevas relaciones entre los pesos atómicos de elementos químicos análogos (Boeck 2019). Ya en su tratado “Las Modernas Teorías de la Química” publicado en 1864, Meyer incluyó por primera vez lo que podría ser un ordenamiento periódico de los elementos, que abarcaba 28 elementos (Li, Be, C, N, O y F, y sus análogos más pesados) aunque no utiliza en ningún momento el término de periodicidad. En realidad él estaba más interesado en las relaciones numéricas que podían establecerse entre los pesos atómicos de los elementos. Así encontró que entre los dos primeros pares de elementos de su Tabla la diferencia de masa era siempre del orden de 16 y para los pares posteriores oscilaba en torno a 46 (Boeck 2019). Más adelante extendió ese ordenamiento a 50 elementos, incluyendo a los metales de transición. Posteriormente, en 1868 cuando estaba trabajando en la segunda edición de su Tratado incluyó también a los elementos Al y Cr, llegando a ordenar entonces 52 elementos. Esta Tabla así conformada fue la que finalmente publicó también en un artículo separado en los *Annalen der Chemie* con el título “La naturaleza de los elementos químicos como función de su peso atómico” en el año 1870 (Meyer 1870), es decir un año después del trabajo fundamental de Mendeleev, publicado en el *Journal* de la Sociedad de Química de Rusia. Esta Tabla, publicada por Meyer es la que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de los elementos químicos de Lothar Meyer (adaptada de Meyer, 1870).

| I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. |
|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| | B=11.0 | Al=27.3 | | | | In=113.4 | Tl=202.7 | |
| | C=11.97 | Si=28 | | | | Sn=117.8 | | Pb=206.4 |
| | | | Ti=48 | | Zr=89.7 | | | |
| | N=14.01 | P=30.9 | | As=74.9 | | Sb=122.1 | | Bi=207.5 |
| | | | V=51.2 | | Nb=93.7 | | Ta=182.2 | |
| | O=15.96 | S=31.98 | | Se=78 | | Te=128? | | |
| | | | Cr=52.4 | | Mo=95.6 | | W=183.5 | |
| | F=19.1 | Cl=35.38 | | Br=79.75 | | I=126.5 | | |
| | | | Mn=54.8 | | Ru=103.5 | | Os=198.6? | |
| | | | Fe=55.9 | | Rh=104.1 | | Ir=196.7 | |
| | | | Co=58.6 | | Pd=106.2 | | Pt=196.7 | |
| | | | Ni=58.6 | | | | | |
| Li=7.01 | Na=22.99 | K=39.04 | | Rb=85.2 | | Cs=132.7 | | |
| | | | Cu=63.3 | | Ag=107.6 | | Au=196.2 | |
| Be=9.3 | Mg=23.9 | Ca=39.9 | | Sr=87.0 | | Ba=136.8 | | |
| | | | Zn=64.9 | | Cd=111.6 | | Hg=199.8 | |

Como puede verse, en las columnas los elementos quedan agrupados por sus pesos atómicos crecientes, mientras que en las filas se encuentran los elementos químicamente análogos.

Sin lugar a dudas, con esta Tabla Meyer avanzó en la misma percepción que Mendeleev. Sin embargo, y como ya se mencionara, antes de 1870 siempre habló solo de las relaciones que podían establecerse entre los pesos atómicos y nunca mencionó la idea de relaciones periódicas. Enfatizó reiteradamente que la diferencia de masas atómicas entre los pares de elementos ubicados en las primeras dos columnas era del orden de 16 y en las columnas subsiguientes estaba en el orden de los 46, para pasar a estar entre 88-92 entre los elementos más pesados (Meyer 1870; Boeck 2019). Para Meyer, estas diferencias aproximadamente constantes entre elementos estaban relacionadas directamente con la naturaleza compleja de los átomos (Boeck 2019). Por otra parte, y recién en este trabajo de *Annalen*, Meyer expresa por primera vez la idea de que las propiedades de los elementos son en gran parte funciones periódicas de sus pesos atómicos (Meyer 1870).

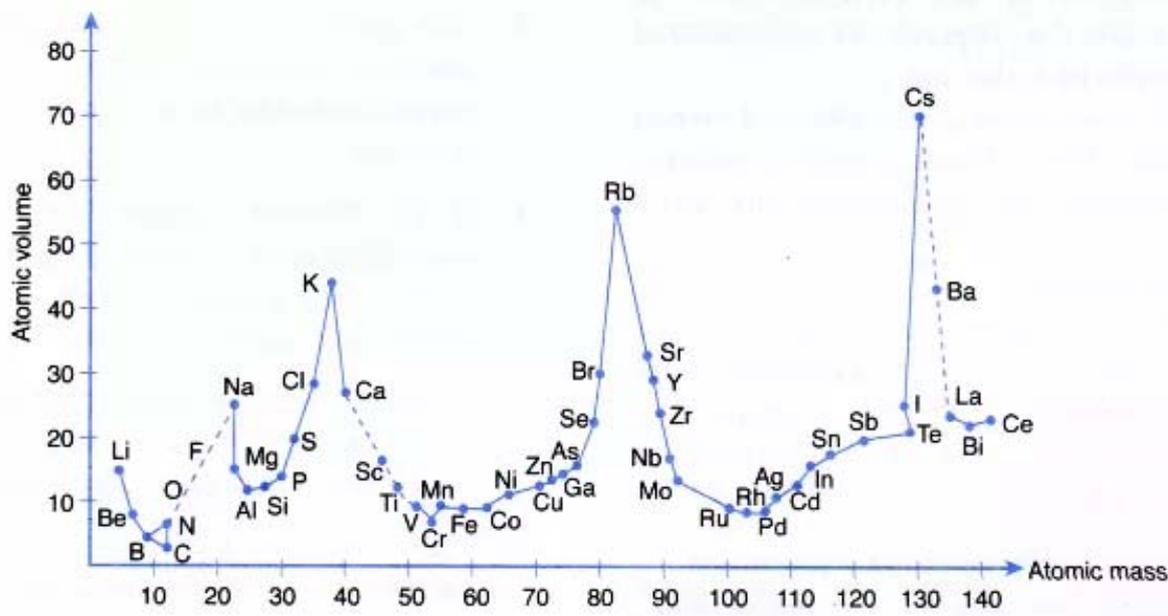


Fig. 2. Volúmenes atómicos en función del peso atómico (curva de Lothar Meyer).

En otra sección de la publicación Meyer dice claramente que una de las propiedades que varían regularmente con el peso atómico son los volúmenes atómicos y propone una representación en la que en el eje de abscisas se ubican los pesos atómicos de los elementos y en el de las ordenadas sus volúmenes atómicos (es decir el cociente entre su peso atómico y su densidad). Este gráfico se presenta en la Fig. 2.

Como puede verse del desarrollo de esa curva, los volúmenes atómicos y las propiedades químicas relacionadas son también una función periódica de la magnitud de su peso atómico (Meyer 1870; Boeck 2019). A medida que aumentan los pesos atómicos los volúmenes crecen y decrecen regularmente y la curva presenta cinco máximos. Además, si se contemplan posiciones equivalentes en cualquier lugar de la curva, se encontrarán elementos con propiedades análogas. El hecho de que los máximos de la curva correspondan a elementos relativamente livianos y los tres últimos mínimos, a metales pesados concuerda con el conocido hecho de que los primeros tienen volúmenes atómicos relativamente grandes y los otros muy pequeños (Meyer 1870). Por otra parte, los elementos más volátiles y fácilmente fusibles se encuentran siempre en las porciones ascendentes de las curvas mientras que los más refractarios se ubican en la parte descendente o en los mínimos (Meyer 1870). Asimismo, Meyer remarcó que también la fusibilidad, la maleabilidad y el comportamiento electroquímico de los elementos son también propiedades periódicas (Meyer 1870).

Así como la Tabla de Mendeleev, también la de Meyer muestra algunos huecos, que corresponden a elementos que todavía no habían sido descubiertos. Sin embargo a diferencia de Mendeleev quien hizo algunas

predicciones muy acertadas y precisas acerca de las propiedades y características de los elementos faltantes, Meyer solo comenta que seguramente esos elementos en algún momento serán descubiertos e incluidos en el ordenamiento. Tres de esos elementos fueron descubiertos unos años después. El galio (eka-aluminio, en la terminología de Mendeleev) en 1875 por Paul E. Lecoq de Boisbaudran (1838-1912), el escandio (eka-boro) en 1879 por Lars F. Nilson (1840-1899) y el germanio (eka-silicio) en 1886, por Clemens Winkler (1839-1904). Obviamente, estos descubrimientos y las acertadas predicciones previas sobre ellos acrecentaron enormemente la fama y el reconocimiento público de Mendeleev y su descubrimiento.

Asimismo, y durante un cierto tiempo hubo entre Meyer y Mendeleev una serie de discusiones y controversias públicas acerca de la prioridad en el descubrimiento del ordenamiento periódico de los elementos (Boeck y Zott 2007; Boeck 2019) la que, aparentemente, llegó a su fin cuando ambos recibieron la ya comentada medalla Davy de la Royal Society.

De todas formas, este breve análisis muestra claramente que Meyer inició sus estudios en búsqueda de un ordenamiento sistemático de los elementos, tratando de extender las ideas de Döbereiner, buscando relaciones numéricas que permitieran explicar o predecir algún tipo de comportamiento. Aparentemente, Mendeleev tuvo más claro desde el mismo comienzo de sus análisis la idea que de alguna manera, simplemente es el peso atómico del elemento el que determina sus propiedades características y al ordenar a los elementos (al igual que Meyer) en base a sus pesos atómicos crecientes se le hizo evidente la existencia de la periodicidad en las propiedades de los elementos químicos. Esta noción parecería haber cuajado mucho más lentamente en el caso de Meyer. Sin embargo, el resultado último de ambos enfoques condujo, finalmente, al mismo tipo de ordenamiento.

A muchos científicos de la época se les hizo evidente que detrás de ese ordenamiento periódico debía haber algo más, o algunas razones más poderosas para justificarlo. El mismo Mendeleev notó que “la diferencia interna en la materia que constituye los átomos” podría ser la responsable de la recurrencia periódica de sus propiedades. Si bien en ese momento todavía no se tenía una idea de cómo era el ordenamiento interno de la estructura atómica, se hizo bien pronto evidente que las propiedades periódicas debían ser la consecuencia de algún tipo de ordenamiento interno de los átomos. En 1907, año de la muerte de Mendeleev, ya se sabía que el átomo estaba compuesto de electrones que transportaban carga negativa, así como algún tipo de componente cargado positivamente para lograr la neutralidad eléctrica. Y cuatro años después, en 1911, Ernest Rutherford (1871-1937) descubrió el núcleo atómico. Y sólo dos años más tarde Henry Moseley (1887-1915), analizando la radiación X característica emitida por los distintos elementos pudo demostrar que es el número de protones de un átomo (o sea su número atómico) el que determina el orden correcto de los elementos en la

Tabla Periódica. O sea, finalmente, podemos decir que la ubicación de los elementos en la Tabla es una función periódica de su número atómico (Boeck y Zott 2007).

Referencias

- Baran EJ (2019) 2019-Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 71:11-14.
- Boeck G (2019) Das Periodensystem der Elemente und Lothar Meyer. Chemie in unserer Zeit, 53:372-382.
- Boeck G, Zott R (2007) Dmitrij Ivanovic Mendeleev (1834-1907): Zum 100. Todestag. Chemie in unserer Zeit, 41:12-20.
- Cid Manzano R (2009) El Congreso de Karlsruhe: paso definitivo hacia la química moderna. Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica, 6:396-407.
- deMilt C (1951) The Congress at Karlsruhe. Journal of Chemical Education, 28: 421-425.
- Fluck E, Rumpf K (1986) Alte und neue Diskussionen über das Periodensystem der Elemente. Chemie in unserer Zeit, 20:111-116.
- Meyer L (1870) Die Natur der chemischen Elemente als Funktion ihrer Atomgewichte. Annalen der Chemie. VII. Supplementband, 354-364.
- Weeks ME (1932) The discovery of the elements. XIV. The periodic system of the elements. Journal of Chemical Education, 9:1593-1604.