



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
SECRETARÍA DE RECTORÍA
DIRECCIÓN DE IDENTIDAD UNIVERSITARIA
COLEGIO DE CRONISTAS

LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS DE MENDELEIEV. YACIMIENTO DE CONOCIMIENTO QUÍMICO



*M. en E. S. Elena González Vargas
Cronista de la Facultad de Química*

Octubre de 2019

SR

Secretaría de Rectoría

i
Dirección
de Identidad
Universitaria



COMITÉ EDITORIAL, Colegio de Cronistas:

1. M. en Dis. Ma. del Carmen García Maza
Cronista de la Facultad de Artes
2. M. A. S. Héctor Hernández Rosales
Cronista de la Facultad de Antropología
3. Arq. Jesús Castañeda Arratia
Cronista de la Facultad de Arquitectura Y
Diseño
4. M. en C. Ernesto Olvera Sotres
Cronista de la Facultad de Ciencias
5. M. en D. A. E. S. Andrés V. Morales Osorio
Cronista de la Facultad de Ciencias
Agrícolas
6. M. A. P. Julián Salazar Medina
Cronista de la Facultad de Ciencias
Políticas y Sociales
7. Dr. en C.P. y E. Alfredo Díaz y Serna
Cronista de la Facultad de Ciencias de la
Conducta
8. Mtra. en C. Ed. Francisca Ariadna Ortiz
Reyes
Cronista de la Facultad de Contaduría y
Administración
9. M. en D. P. Félix Dottor Gallardo
Cronista de la Facultad de Derecho
10. Dr. en E. L. Emmanuel Moreno Rivera
Cronista de la Facultad de Economía
11. M. en A. M. Victoria Maldonado González
Cronista de la Facultad de Enfermería y
Obstetricia
12. M. en G. Efraín Peña Villada
Cronista de la Facultad de Geografía
13. Dra. en H. Cynthia Araceli Ramírez
Peñalosa
Cronista de la Facultad de Humanidades
14. Dr. en Ing. Horacio Ramírez de Alba
Cronista de la Facultad de Ingeniería
15. M. en L. Alejandra López Olivera Cadena
Cronista de la Facultad de Lenguas
16. L. A. E. Elizabeth Vilchis Salazar
Cronista de la Facultad de Medicina
17. M. en C. José Gabriel Abraham Jalil
Cronista de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia
18. C. D. José Trujillo Ávila
Cronista de la Facultad de Odontología
19. Dra. en U. Verónica Miranda Rosales
Cronista de la Facultad de Planeación
Urbana y Regional
20. Dr. en E. T. Gerardo Novo Espinosa de los
Monteros
Cronista de la Facultad de Turismo Y
Gastronomía
21. M. en E. S. Elena González Vargas
Facultad de Química
22. L. en A. Donaji Reyes Espinosa
Cronista del Plantel "Lic. Adolfo López
Mateos" de la Escuela Preparatoria
23. M. en E. L. Federico Martínez Gómez
Cronista del Plantel "Nezahualcóyotl" de la
Escuela Preparatoria.
24. Lic. en H. Jesús Abraham López Robles
Cronista del Plantel "Cuauhtémoc" de la
Escuela Preparatoria.
25. M. en E. P. D. Maricela del Carmen Osorio
García
Cronista del Plantel "Ignacio Ramírez
Calzada" de la Escuela Preparatoria.
26. Dra. en C. Ed. Julieta Jiménez Rodríguez
Cronista del Plantel "Ángel Ma. Garibay
Kintana" de la Escuela Preparatoria.
27. L. L. E. Lidia Guadalupe Velasco Cárdenas
Cronista del Plantel "Isidro Fabela Alfaro"
de la Escuela Preparatoria
28. M. en P. E. Christian Mendoza Guadarrama
Cronista del Plantel "Dr. Pablo González
Casanova" de la Escuela Preparatoria.
29. M. en D. Noé Jacobo Faz Govea
Cronista del Plantel "Sor Juana Inés de la
Cruz" de la Escuela Preparatoria.
30. M. en Ed. Germán Méndez Santana
Cronista del Plantel "Texcoco" Escuela
Preparatoria.
31. Mtra. en H. Ilse Angélica Álvarez Palma
Cronista del Plantel "Almoloya de
Alquisiras" de la Escuela Preparatoria
32. C.P. Carlos Chimal Cardoso
Cronista del Centro Universitario UAEM
Atlacomulco.



33. Dra. en C. A. Sara Lilia García Pérez
Cronista del Centro Universitario UAEM
Ecatepec
34. Dra. en A.P. Angélica Hernández Leal
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Nezahualcóyotl
35. Mtro. en C. Pablo Mejía Hernández
Cronista del Centro Universitario UAEM
Temascaltepec
36. Dr. en Arq. Rubén Nieto Hernández
Cronista del Centro Universitario UAEM
Tenancingo
37. Dra. en Ed. Norma González Paredes
Cronista del Centro Universitario UAEM
Texcoco.
38. M. en E. V. Luis Bernardo Soto Casasola
Cronista del Centro Universitario UAEM
Valle de Chalco
39. L.A.E. Guadalupe González Espinoza
Cronista del Centro Universitario UAEM
Valle de México
40. M. en C. Ed. Ma. del Consuelo Narváez
Guerrero
Cronista del Centro Universitario UAEM
Valle de Teotihuacán
41. Dr. en Soc. Gonzalo Alejandro Ramos
Cronista del Centro Universitario UAEM
Zumpango
42. L. en Hist. Leopoldo Basurto Hernández
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Huehuetoca
43. L. en N. Rocío Vázquez García
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Acolman
44. L. en T. Agripina del Ángel Melo
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Chimalhuacán
45. M. en A. Karina González Roldán
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Cuautitlán Izcalli
46. Dra. en C. Ana Lilia Flores Vázquez
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Tianguistenco
47. M. en S.P. Estela Ortiz Romo
Cronista del Centro de Enseñanza de
Lenguas
48. M. en G. D. Cesar Alejandro Barrientos
López
Cronista de la Dirección de Actividades
Deportivas
49. Dr. en Hum. J. Loreto Salvador Benítez
Cronista del Instituto de Estudios Sobre la
Universidad
50. L. en Com. Leoncio Raúl León Mondragón
Cronista de la Escuela de Artes Escénicas

COMPILADORES:

M. en D. Jorge Hurtado Salgado, Director
de Identidad Universitaria

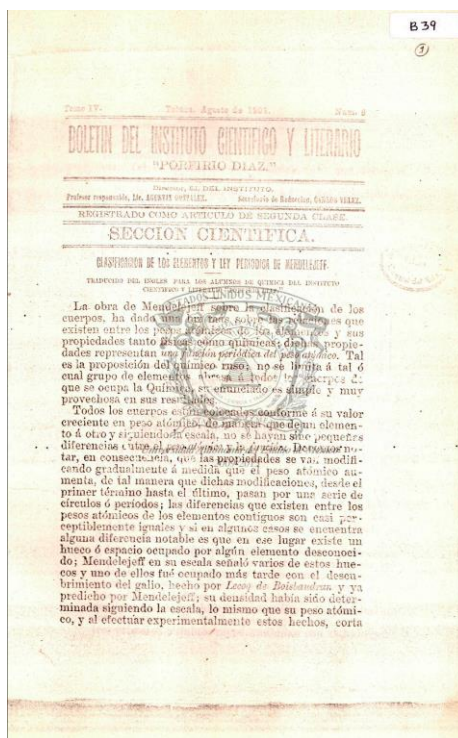
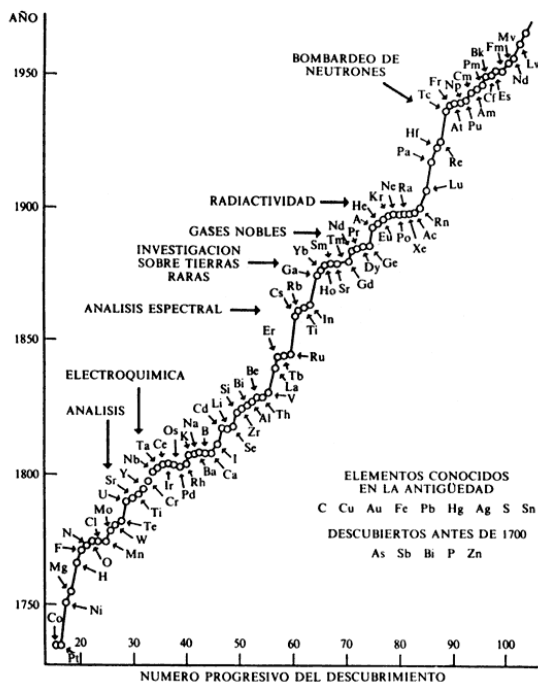
L.L.I. Claudia Velázquez Garduño
Responsable del Área de Divulgación,
Difusión y Gestión de la Calidad de la DIU

M. en Ed. Luis Daniel Cruz Monroy
Responsable del Área de Apoyo al Colegio
de Cronistas.

La tabla periódica de los Elementos Químicos de Mendeleiev. Yacimiento de conocimiento químico

M. en E. S. Elena González Vargas
Cronista de la Facultad de Química

22 ESTRUCTURA ATÓMICA



La reflexión de que el año 2019 sea proclamado por la UNESCO como año internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos de 1869, la tabla de Mendeleiev, permite considerar a la enseñanza de la ciencia química en el Instituto Científico y Literario del Estado de México, en Toluca, que en su *Boletín* del tomo IV, número 6, de 1901, tiene registrado el texto “CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y LEY PERIÓDICA DE MENDELEJEFF”.¹

¹ Archivo Universitario UAEM recibido por la cronista de la Facultad de Química el 15 de agosto de 2019.



Ese año 1869, los estudiantes de Preparatoria Integral de cinco años 1866-1871, aprendían el conocimiento del catedrático Ingeniero de Minas y Metalurgista, también, Ensayador y Apartador de Metales: Francisco del Villar Marticorena.²

Catedrático que se había estudiado en el Colegio de Minería de México, de 1854 a 1860, donde fue instruido por el descubridor del elemento que llamó “ERITRONIO”, Andrés Manuel del Río Fernández, a quien tardíamente se le reconoció al llamársele Vanadio; además, esta institución usaba el libro *Tratado elemental de química* de Antoine Lavoisier -traducido del francés por el médico botánico Vicente Cervantes Mendo- desde la primera cátedra de química impartida en América, la del descubridor del tungsteno, Fausto Elhuyar, en 1797.³

Para ese siglo XVIII, aquellos catedráticos de química sabían que los investigadores de procesos de transformación del dúo materia-energía, ya aplicaban procedimientos cuya génesis fue antes del cristianismo, en la cultura musulmana con Yabir ibn Hayyan (Geber),⁴ los cuales mejoraban la calcinación y la reducción química con la destilación, la evaporación, la filtración, la sublimación, la cristalización. Asimismo con los instrumentos experimentales como la balanza, el horno crisol, el aerómetro (densímetro), termómetro de mercurio, y, otros. De ahí que hasta ahora se les considere signos de identidad de la química.

El catedrático de química, Francisco del Villar Marticorena enseñaba a sus alumnos, quienes lo incorporaron a su saber, el conocimiento de los principios de Lavoisier: (a) Conservación de la materia, la cual no se destruye sólo se transforma, y, (b) concepto de elemento químico como sustancia que no puede descomponerse en otras simples.

No se le olvidaba enseñar que para 1785 ya se sabían características de los metales y no metales como brillantez, maleabilidad, ductilidad, alta temperatura de fusión y de ebullición (grados Fahrenheit y Celsius), y, de líquidos como agua, vino, cerveza. También que ya se aplicaba el concepto de equivalente químico de Karl F. Wenzel con Jeremías B. Richter, edificado con la reflexión de lo obtenido experimentalmente: A la cantidad de metal que se disolvía en un ácido se le encontraba proporcional a la concentración (cantidad) de ácido en la disolución y la relación numérica de reacción de ambos es constante. En otras palabras el peso equivalente es la cantidad de sustancia que reacciona (metal) con una cantidad fija de una sustancia referencia.

² Venegas, J.A. (1984), *El Instituto Científico y Literario del Estado de México*, p. 65, Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Archivo del Palacio de Minería, *Lista de Profesores y Alumnos 1792-1905*, fojas 17-53; Días y de Ovando, C. (1998), *Los veneros de la ciencia mexicana (crónicas del Real Seminario de Minería 1792-1892)*, tomo III, pp.2093-2094, Facultad de Ingeniería-UNAM:México.

⁴ Mason, S.F., (1984), *La ciencia antigua, la ciencia en Oriente y en la Europa Medieval*, pp. 123-124, Alianza Editorial & Secretaría de Educación Pública: México.



Y que este razonamiento químico-numérico de Wensel-Richter en los compuestos reaccionantes ante un componente común y uno diferente, permitió aseverar y comprobar que éstos se combinan en proporción a sus pesos equivalentes y, a la vez, facilitaba calcular el equivalente de un tercer elemento diferente de otro compuesto. Los investigadores de inicios de siglo XVIII le validaron como Ley de las Proporciones Recíprocas. Su aplicación dio inicio a lo que se llamó Estequiometría, la medición cuantitativa de los participantes en la combinación o reacción química de compuestos o elementos.

Además, esto al aplicarse en el querer saber de los componentes y la relación de combinación de ellos, ayudó a esclarecerse al proporcionar el valor numérico de 1 al elemento hidrógeno (referencia), y, encontrar que el equivalente del oxígeno es de 16, el cual correspondía a su masa atómica en el compuesto agua. Fue un logro de J. Dalton, quien la usó en su razonamiento dado a conocer como Ley de Proporciones Múltiples para compuestos con números múltiplos de uno de sus elementos químicos. Esta ley dice que cuando dos elementos diferentes se combinan entre sí para formar varios compuestos distintos, las distintas masas del 2º elemento que se unen a la masa del 1º, están en relación de números enteros y sencillos; también fue experimentada por el químico francés Gay-Lussac en el agua común y el agua oxigenada, de ahí que su representación haya sido de H^2O para el agua y H^2O^2 para el agua oxigenada.

Los alumnos del Instituto así aprendían el conocimiento químico mencionado, igual que el generado por J. Dalton con el estudio en laboratorio de la solubilidad de gases en agua, a modo de poder postular, en 1808, sus ideas en torno al átomo: (a) La materia se compone de partículas muy pequeñas llamados átomos; (b) los átomos de un elemento son idénticos en sus propiedades, incluyendo su peso; (c) diferentes elementos están constituidos de diferentes átomos; (d) los átomos son indivisibles y conservan sus propiedades durante las reacciones químicas; (e) en reacciones químicas, los átomos se combinan en proporciones numéricas simples.

Ellos aprendían que, en 1805, los ensayos con gases de Joseph Gay-Lussac culminaron en el conocimiento químico de que el gas hidrógeno (descubierto por H. Cavendish) y el gas oxígeno (descubierto por J. Priestley), en la formación de agua se combinan 2:1, en proporción volumétrica.

A esto su maestro Francisco del Villar M. le enlazaba el postulado de 1809 del italiano Amadeo Avogadro, que dice “átomos de un gas podían combinarse entre sí formando compuestos (moléculas) de dos o más átomos y éstos podrían separarse en átomos, los cuales formarían otras moléculas al reaccionar con elementos diferentes”, así como la conjetura “en volúmenes iguales de diferentes gases hay el mismo número de moléculas”. Un postulado, que años después los expertos de laboratorio lo expresaron como “una molécula de cualquier gas ocupa



22.4 litros y el número de átomos/moléculas en un equivalente gramo de cualquier sustancia es de 6.023×10^{23} , conocimiento conocido como número de Avogadro.

También, el catedrático expresaba que los anteriores aficionados a experimentos químicos, poseían el conocimiento electroquímico del dúo británico William Nicholson-Anthony Carlisle de 1800, basado en la pila eléctrica de Alessandro Volta -constituida de disco de zinc y disco de plata sumergidos en salmuera y con circulación de corriente eléctrica-, y que al ensayarlo con agua siempre obtenían gas hidrógeno y gas oxígeno, separadamente. Hecho que tanto para Nicholson-Carlisle como para otros investigadores, fue un dilema de reflexión, a modo de haber creado varias ideas como “el gas oxígeno es agua más electricidad positiva y el hidrógeno es agua más electricidad negativa”, o, “el agua se polariza”.

Además, el catedrático Del Villar señalaba que la aplicación de la electrólisis a sales minerales por el químico británico Humphry Davy, le llevó a descubrir los metales Sodio, Potasio, Bario, Magnesia, Calcio, Litio, Estroncio. A la vez pudo conocer propiedades del ácido muriático (ácido clorhídrico) como: Sus únicos componentes eran hidrógeno y cloro, denso con poder corrosivo, para aseverar que estas propiedades se debían al hidrógeno. De ahí la idea difundida en 1814: Todos los ácidos contenían hidrógeno. Con él trabaja Michael Faraday.

Pero el catedrático decía a sus alumnos conocer libros que mencionaban al sabio químico analítico y excelente en cálculo estequiométrico, el sueco Jöns Jacob Berzelius,⁵ quien como médico se había entregado a la investigación de la química inorgánica. Y que con el geólogo y mineralogista Wilhem Hisinger, inicia el estudio de las reacciones químicas de sustancias con el paso de la corriente eléctrica y sigue con averiguar la composición centesimal de éstas, les conoce sus elementos químicos (componentes) y determina su peso relativo comparándolo con el del oxígeno (referencia).

Y que, Berzelius, en 1818, publica su tabla de pesos atómicos, en la cual se le distingue precisión como el del carbono de 12, 06 y del nitrógeno de 14, 05, así como la nomenclatura de los elementos, hasta ahora usada: La inicial del nombre en latín, o, la inicial seguida de otra letra si dos o más tenían la misma inicial.

Del Villar enfatizaba de este investigador sueco, bien conocer el comportamiento químico de los elementos a modo de divulgar su teoría dualista electroquímica: Cada átomo poseía dos polos, cuando la carga eléctrica del polo positivo superaba al negativo, a la sustancia la consideraba electropositiva y al contrario electronegativa. Asimismo, ordena a los elementos químicos desde el más electropositivo, el Potasio, hasta el más electronegativo, el Oxígeno.

⁵ Cfr. Del médico sueco-farmacéutico Jöns Jacob Berzelius se pueden conocer sus aptitudes y actitudes de gran investigador de la química en la obra narrativa de Cazares-Gil, J., *Berzelius y su tiempo*, Real Academia Nacional de Farmacia: España. Recuperado 20 de agosto 2019. [file:///C:/Users/Elena%20Glz/Downloads/630-2709-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Elena%20Glz/Downloads/630-2709-1-PB%20(1).pdf)



También de los compuestos químicos –naturales y sintetizados- lo divulga en una tabla de más de 1 000, y, con ello, el descubrimiento del Selenio (Se), Silicio (Si), Cerio (Ce), Zirconio (Zr) y el Torio (Th). Más lo estudiado a cristales minerales con su co-investigador dedicado, el alemán Elidhardt Mitscherlich: La similitud morfológica de dos cristales de compuestos diferentes, como la dolomita (calcio y magnesio con carbonato) y la calcita (calcio con carbonato). Observación que denominaron Isomorfismo. Así, se caracteriza a las sales de carbonatos, sulfatos, cromatos y manganatos, de poseer cristales isomórficos.

Del Villar Marticorena les decía es notorio que en las décadas 3^a y 4^a del siglo XIX de Europa, la investigación de la materia-energía (naturaleza) para su desarrollo estaba en Francia, Alemania e Inglaterra.

Y lo ejemplificaba con la electrólisis de Michael Faraday, quien incorporó al propio lenguaje químico, los términos: (a) Electrodo para los dos discos Volta: Cátodo con carga negativa y Ánodo con carga positiva; (b) Anión y Cation, términos derivados del griego *iov* cuyo significado es “algo que se mueve” que aplica a las sales en disolución electrolítica, los aniones se movilizan hacia el electrodo ánodo y los cationes hacia el cátodo cuando circula corriente eléctrica, cuando sucede el efecto eléctrico en los componentes de la sal.

Y que Faraday a sus observaciones de la electrólisis, las expresa, en 1833, como principios o leyes, y, crea la idea hipotética “la electricidad por sí misma no es continua sino de partículas fundamentales asociadas con los átomos y/o moléculas de las sustancias electrolíticas”. A esta idea se le valorizó de asociación de la física con la química en el desarrollo de su investigación. Y es hasta fines del siglo XIX, en que se afirma que la electricidad es corriente eléctrica al fluir electrones, pues, esta partícula subatómica es descubierta en 1897 por John Thompson, y, se vuelve la unidad de la electricidad.

Los principios electrolíticos perfeccionaron el conocimiento químico hasta entonces construido y dicen:⁶

- La masa de una sustancia depositada por una corriente eléctrica en una electrolisis, es proporcional a la cantidad de electricidad que circula.
- Las cantidades de sustancias electrolíticas depositadas por la acción de una misma cantidad de electricidad son proporcionales a las masas equivalentes de las sustancias.

El gran catedrático de química, también, sensibilizó a sus alumnos a imaginarse cualquier reacción química, después enfocar su atención a dos aspectos o focos de ella: (a) Mecánico, desaparecen compuestos reaccionantes y aparecen nuevos compuestos, y, (b) Activo, detectar con los sentidos activos la presencia de calor o si requiere proporcionar calor para efectuarse la reacción química.

⁶ Laidler, J. K., (1990), Historia de la electrólisis, *Educación Química*, volumen 3(1), 1-6, UNAM, México.



Del enfoque mecánico les dice que desde el siglo XVIII ya se estudiaba con la combustión de la máquina de vapor, usándose el término calórico con significado de fluido elástico. Tuvo avance en 1842, con el experimento de James Prescott Joule: Elevar la temperatura de 14.5° a 15.5° C. (1 000 calorías) de 1.0 Kg. de agua transfiriéndole energía mecánica de 4 180 jules (trabajo). Así, él pudo demostrar que una forma de energía del proceso es calor y, a la vez, calcular el equivalente mecánico del calor, el cual ahora ustedes numérica y confiadamente dicen que 4 180 jules es igual a 1000 calorías, o, $1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$.

Continúa diciendo que a este entendimiento (teoría) de J. P. Joule: La conservación de la energía de 1842, le valoriza la asociación Royal Society de Primer Principio de la Termodinámica, igual que el de la materia de A. Lavoisier.

Y que esta teoría, también, reforzó el concepto de calor específico de sustancia. Desde entonces para el agua es de valor 1.0 caloría/gramo e igual a 4 186 julios/gramo. Un conocimiento que a la medicina ayudó a explicar el mantenimiento de la temperatura de organismos vivos (humano y animal) de 37° C, en climas cálidos. Un caso estudiado fueron las observaciones del médico alemán, Julius von Mayer, que las reporta en los anales de Wöhler y de Liebig de 1842.

Otro caso importante que afianzó la interacción de la química en la medicina al crearse el nuevo campo de estudio, la Termoquímica –cambios energéticos de las reacciones químicas-, fueron las observaciones del discípulo de Berzelius, el ruso Germain Henri Hess, del estudio de laboratorio de la oxidación de azúcares -únicamente se les conocía su composición química (Carbono, hidrógeno y oxígeno)-. Hess las da a conocer, en 1840, sencillamente con decir “En una reacción química, la cantidad de calor producido es constante e independiente del número de etapas de reacción que tengan lugar”. Hoy se le conoce como “Ley de Hess”.

Continúa el catedrático Del Villar exponiendo a sus alumnos preparatorianos, que a mediados del siglo XIX la química estaba en varias áreas del saber de la naturaleza, sea la mineralogía, la medicina, los alimentos, la agricultura, la industria y más. Había muchos compuestos naturales obtenidos con procedimientos de aislamiento, purificación y cristalización de mayor dificultad, que se les conocía su uso y de poseer carbono, hidrógeno, nitrógeno, pero se les desconocía su conformación química acorde a su comportamiento y aplicación, y, no había una sola y única nomenclatura. Esto corresponde al campo del saber que después se llamaría química orgánica. Ejemplo de compuestos naturales el gas *hydrogène carboné huileux* (etileno) obtenido por químicos holandeses; el ácido butírico aislado de la mantequilla; el ácido caproico aislado de leche de cabra; ácido maleico de la manzana; el jabón formado en la saponificación contenía un componente ácido proveniente de la grasa.



Y que Jacob Berzelius distinguía a estos compuestos orgánicos con decir “ser aquellos que sólo pueden ser formados a través de la acción de una fuerza vital”.

- De ahí, es sorprendente el hecho relevante acontecido en el laboratorio del alemán Leopoldo Gmelin: La reacción química realizada a muy baja temperatura con gas cianógeno y agua, formaba un compuesto llamado por su sintetizador, Friedrich Wöhler, ácido oxálico, una vez reconocido químicamente y con el instrumento espectroscopio diseñado por Robert Bunsen y Gustav Kirchhoff.
- Aún fue más emocionante para 1828, el observarse cristales en la reacción del cianato de amonio a alta temperatura, cristales que al ser analizados químicamente fueron semejantes a los aislados y purificados por el químico francés Hilaro Rouelle, en 1793, y a los que llamó F. Wöhler, Urea. Suceso de suma importancia, pues, permitió comprobarse que los compuestos naturales orgánicos se podían sintetizar en el laboratorio. Y dio pauta a esclarecer la del ácido acético del vinagre, del metano y acetileno de C. Louis Bertholett, y, a experimentarse más.
- Hubo, en 1848, otro hecho inédito del estudio de los compuestos orgánicos, que es pertenencia del químico francés Louis Pasteur, fue con sus observaciones en microscopio del producto de la fermentación vinícola, distinguió dos pequeños cristales diferentes que llamó ácido racémico, a los que les aplicó análisis químico así como el conocimiento de desvío de la luz polarizada (actividad óptica) en el instrumento analizador de W. Nicol. Él encontró ser dos compuestos idénticos en su composición química, pero uno desviaba la luz polarizada a la derecha (dextrógiro) y el otro a la izquierda (levógiro) del eje principal. Poco después se le reconoce de ácido tartárico. Pero el químico J. Berzelius le aplica el término del lenguaje químico de entonces, Isómeros.
- El avance químico en los diversos campos de estudio, con el inicio de la síntesis de compuestos orgánicos en el laboratorio, continuaba proporcionando nuevos compuestos, sólo que, a la vez, seguía provocando confusión, irregularidad, en sí desorden al practicarse su propia nomenclatura a los compuestos. Había tantas fórmulas racionales como reacciones.
- En laboratorios de Alemania y de países de 1837, circulaba el término “Radical” para significar ser componente de compuestos orgánicos y establecer relaciones entre diversos de ellos. El químico Justus von Liebig establece tres condiciones de aplicación de este término: (a) Permanecer inalterado en una serie de compuestos orgánicos; (b) Sustituible en todos



los compuestos por elementos sencillos y en sus compuestos por un elemento particular, y, (c) Separable y sustituido por equivalentes de otros elementos.

- También, en Francia de 1849, se usaba la Nomenclatura Binomial de los Tipos, que en sí fue una aplicación del sistema binomial del botánico Linneo (género-especie). Charles Frédéric Gerhardt retomó de otros químicos las agrupaciones de compuestos orgánicos denominadas “Agua tipo” para alcoholes, éteres, ácidos, sales y más; “Amonia tipo” para aminas, amidas; “Ácido clorhídrico tipo” para los hidrocarburos de halógenos; “Hidrógeno tipo” para hidruros y aldehídos. Con ello, se facilitó representar a los componentes del compuesto orgánico en fórmulas, así como la práctica de sustitución de varios componentes en las fórmulas.⁷
- Finalmente, el catedrático del Instituto Literario expresó a sus alumnos preparatorianos 1866-1871, que hubo culminación de la múltiple forma de pensar-expresar-actuar en torno al dúo materia-energía que les había presentado. Que esa múltiple forma fue retomada y discutida con el fin de constituir lo sustancial del dúo: El desarrollo de conocimiento, expresado en sus teorías, metodologías, tecnología, lenguaje. Desarrollo que sucede cuando hay abordaje creativo del objeto de estudio de la investigación, es decir, hay análisis crítico y de síntesis o integración en torno a nuevos modelos con aspectos medulares constitutivos químicos.
- Y esto sucede en el Primer Congreso Internacional de Química, llevado a cabo en Karlsruhe, Alemania, los días 3, 4 y 5 de septiembre de 1860, el cual es convocado por los jóvenes investigadores de compuestos orgánicos -la fórmula estructural de hidrocarburos (benceno)- Friedrich A. Kekulé von Stradonitz con Wilhelm Körner, Karl Weltzien y el francés Charles A. Wurtz.
- Dicho evento fructifica con principios constitutivos universales que ahora es dicho como Ciencia Química. Estos son: (a) El concepto de valencia, poder de combinación de los elementos; (b) Concepto distinto para átomo y molécula, el primero es la pequeña cantidad de un cuerpo que entra en la molécula de sus compuestos y unidad de la materia, y, molécula, es la cantidad de sustancia que reacciona y conserva sus propiedades físicas; (c) Concepto de peso atómico y peso molecular, es axioma del anterior principio.

⁷ Crosland, P. M., (1988), *Estudios históricos en el lenguaje de la química*, UNAM, México.



			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mu = 55	Rh = 104.4	Pt = 197.4
			Fe = 56	Ru = 104.4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pl = 106.5	Os = 199
H = 1			Cu = 63.4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9.4	Mg = 24	Zn = 65.2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27.4	¿ = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 65	Sb = 122	Bi = 210
	O = 16	S = 32	Se = 79.4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35.5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85.4	Cs = 138	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87.4	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75.6	Th = 118		

- Hace una pauta Del Villar Marticorena. Les dice a este Congreso asiste el joven químico ruso Dmitri Ivanovich Mendeléiev, a quien los investigadores le reconocen su teoría que presenta a la Sociedad Química Rusa como Ley Periódica de los Elementos, en 1869.⁹ Una teoría caracterizada de ser concreta pero muy sustanciosa al sintetizar en agrupaciones el conocimiento químico de los elementos químicos reconocidos como su masa atómica (peso equivalente o atómico), su comportamiento de combinación con otros elementos con sólo una valencia de combinación (hidruros, óxidos), su capacidad electrolítica, su propio espectro, sus propiedades físicas sea su estado (sólido, líquido, gaseoso), volatilidad, punto de fusión, punto de ebullición, peso específico o densidad, volumen atómico, electronegatividad, brillantez, maleabilidad, ductilidad, aleación y más.

⁸ Garritz, A. y Chamizo, J. A., (1994), *Química*, UNAM, Pearson Prentice-Hall, México.

⁹ Bascuñán-Blaset, A. (2008), "Mendeléiev el que pudo haber sido y no fue", *Educación Química*, vol. 19, núm.2, México.



Los agrupa de acuerdo a sus propiedades semejantes acordes a su peso atómico, las cuales dependen del cambio de éste. Hace notar que la secuencia de los elementos en la tabla está en concordancia con la *valencia* (renglón). Esto es la Ley Periódica de Mendeleiev. Ver tabla del químico ruso.

En dicha tabla hay concordancia entre secuencia y valencia de los elementos, que es un conocimiento concreto químico de la estructura atómica en la estructura molecular, entonces es diseñada para el entendimiento del comportamiento químico en reacciones químicas de ellos.

Elemento	Símbolo	Valencia	Lugar en la Tabla
Hidrógeno	H	1	Primero
Litio	Li	1	Segundo
Berilio	Be	2	Tercero
Boro	B	3	Cuarto
Carbono	C	4	Quinto
Nitrógeno	N	3	Sexto
Oxígeno	O	2	Séptimo
Flúor	F	1	Octavo
Sodio	Na	1	Noveno
Magnesio	Mg	2	Décimo
Aluminio	Al	3	Décimo primero
Silicio	Si	4	Décimo segundo
Fósforo	P	3	Décimo tercero
Azufre	S	2	Décimo cuarto
Cloro	Cl	1	Décimo quinto
Potasio	K	1	Décimo sexto
Calcio	Ca	2	Décimo séptimo

La única valencia conocida de los elementos secuenciados de la tabla y presentados en el cuadro anterior, también, posee una relación con su posición en ésta, la cual se repite como 1, 1, 2, 3, 4, 3, 2, es una relación constituida de siete números, que una vez demostrado el valor de 0 a la valencia de los gases nobles, facilitó ubicarlos en la tabla y mantener la relación mencionada, y, desde entonces es 1, 0, 1, 2, 3, 4, 3, 2.

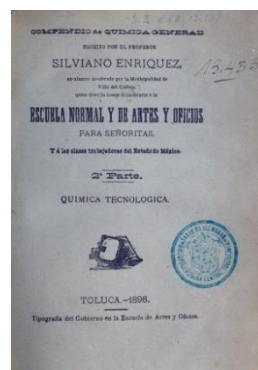
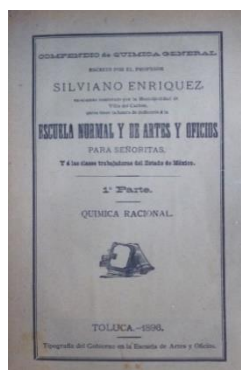
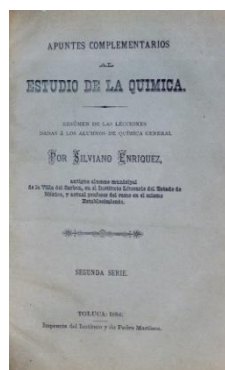
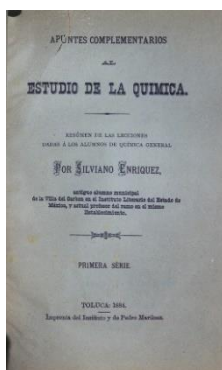
El Congreso Internacional de Química y la tabla periódica para uno de sus alumnos institutenses le fue motivante a conocer más de ello. Su nombre es Silviano Enríquez Correa (1853-1900), alumno municipal de Villa del Carbón. Quien había sido talentoso alumno del catedrático Francisco Del Villar Marticorena, y, quien decide entregarse a ser catedrático de química. Él, una vez recibido el



dictamen aprobatorio del jurado, enriquece su saber y lenguaje en lo que se llamaban ciencias naturales en la Europa del quinquenio decimonónico, principalmente química, física y botánica.

Tan es así la entrega del saber de Silviano Enríquez C. de 1876 a 1899, en los estudios preparatorios, la carrera de Ingeniero en Minas, de Ensayador de Metales, de Agricultura, de Artes y Oficios, de Artesano, de Profesor de Instrucción Primaria, y, de Farmacia.

Además, lo plasma con la escritura de 4 libros de texto, un par editado, en 1884, intitulados *Apuntes complementarios al estudio de la química. Primera y segunda serie*; otro par con edición en 1896, intitulado uno como *Compendio de química general. Primera parte. Química racional* y el otro *Compendio de química general. Segunda parte. Química Tecnológica*



Portada de dos pares de libros de texto del catedrático de la ciencia química Silviano Enríquez Corres, editados por el Instituto Científico y Literario del Estado de México, un par en 1884 y otro en 1896.¹⁰

Las temáticas del primer par de libros del catedrático Silviano Enríquez, dicen la enseñanza de la ciencia química. Las del primer par editado en 1884, son:

- Capítulo I: Materia y cuerpos
- Capítulo II. Mezcla. Disolución. Combinación
- Capítulo III. Afinidad
- Capítulo IV. Equivalente en peso. Métodos para Determinarlos.
- Capítulo V. Determinación de equivalentes en Volumen.
- Capítulo VI. Aplicaciones de los equivalentes. Teorías relativas de combinación química.
- Capítulo VII. Generalidades sobre las preparaciones químicas.

- Capítulo I. Generalidades
- Capítulo II. Operaciones
- Capítulo III. Reactivos
- Capítulo IV. Saturación y sus leyes.
- Capítulo V. Propiedades generales de las sales
- Capítulo VI. Caracteres genéricos de las sales.
- Capítulo VII. Caracteres específicos de las sales.
- Capítulo VIII. Métodos para reconocer por vía húmeda el elemento electropositivo de la sal.
- Capítulo IX. Métodos para reconocer por vía húmeda el elemento electronegativo de la sal.
- Capítulo X. Métodos para reconocer por vía seca el elemento electropositivo de la sal.
- Capítulo XI. Método para reconocer por vía seca el elemento electronegativo de la sal.

¹⁰ Archivo Histórico del Estado de México, área especial, Centro Cultural Mexiquense en Toluca.



Y del segundo par, editado en 1896, sus respectivas temáticas son:

Capítulo I. Conocimientos preliminares de química racional.	Capítulo I. Definición y división de la química tecnológica.
Capítulo II. Símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas.	Capítulo II. Consideraciones generales.
Capítulo III. Nomenclatura.	Capítulo III. Zonas, ejes. Leyes de Haüy.
Capítulo IV. Cambios del estado físico de los cuerpos.	Capítulo IV. Principios generales de simetría.
Capítulo V. Fenómenos del contacto de los cuerpos.	Capítulo V. Sistemas cristalinos.
Capítulo VI. Pesos moleculares. Métodos para determinarlos.	Capítulo VI. Agrupación de los cristales, cruceros, pseudomorfismos.
Capítulo VII. Determinación de los volúmenes (estado aireforme) de los pesos moleculares.	Capítulo VII. Propiedades dependientes de la cohesión, peso específico, dureza, fragilidad, flexibilidad.
Capítulo VIII. Aplicaciones de los pesos moleculares.	Capítulo VIII. Propiedades dependientes de la luz.
Capítulo IX. Atomicidad. Saturación, sustitución de doble cambio.	Capítulo IX. Propiedades dependientes del calor y de la electricidad. Fosforescencia.
Capítulo X. Fenómenos que acompañan a los fenómenos químicos.	Capítulo X. Métodos de cristalización.
Capítulo XI. Acción química de los agentes físicos sobre los cuerpos. Descomposición.	

Otra forma en que su saber queda plasmado para la formación educativa del alumnado del Instituto Científico y Literario del año 1892, es el programa de la materia, el cual elaboró su catedrático Silvano Enríquez C., cuya temática es:¹¹

1. Definición de sustancia orgánica, género, principio inmediato y de la parte de la ciencia química que se ocupa de su estudio.
2. Modos de producción y desarrollo de las sustancias orgánicas y acción general de los agentes físicos y químicos sobre ellas.
3. Análisis inmediato y procedimientos generales de su análisis. Análisis elemental de los principios inmediatos hidrocarburoados y azoados. Cálculo relativo del análisis y cuanteo de los elementos minerales que se encuentren en las sustancias orgánicas.
4. Naturaleza y constitución de las tierras arables. Análisis mecánico y físico.
5. Propiedades generales de las sustancias orgánicas. Leyes de la sustitución, tipos químicos, radicales orgánicos, isomerismo y nomenclatura.
 - ✓ Clasificación de los principios inmediatos, propiedades generales de cada grupo y subdivisión que sufren.
 - ✓ Carburos de hidrógeno, sus propiedades generales y clasificación. Descripción, preparación y usos de los tipos de las 11 primeras familias y de los términos más importantes.
 - ✓ Alcoholes, sus propiedades generales y clasificación. Descripción, preparación y usos de los tipos y términos importantes de las seis primeras familias de los alcoholes monoatómicos.
 - ✓ Glicoles, sus propiedades generales y modos de producción. Descripción y preparación de etilglicol.
 - ✓ Alcoholes triatómicos, sus propiedades generales y descripción, preparación y usos de la glicerina.
 - ✓ Éteres, propiedades generales y clasificación. Descripción, preparación y usos de los éteres importantes que se forman con los alcoholes monoatómicos. Propiedades, preparación y usos del óxido de etilo, de éteres de la glicerina. Estado natural, constitución y modos de extracción de cuerpos grasos. Saponificación e industrias derivadas de los cuerpos grasos.

¹¹ Archivo Universitario UAEM, expediente 4794 del año 1896.



- ✓ Aldeídos, propiedades generales, descripción, preparación y usos de los tipos y términos de las cuatro primeras familias de aldeídos monoatómicos.
 - ✓ Ácidos mono básicos derivados de los alcoholes, estado natural, propiedades generales y clasificación. Descripción, preparación y uso de términos importantes de las cinco primeras familias y de las sales que forman, que han recibido aplicaciones de los ácidos monobásicos y dibásicos que se derivan de los glicoles.
 - ✓ Fenoles, propiedades generales y clasificación: Ácido fénico y ácido pícrico, orcina, hidruro de salicila y ácido pirogálico.
6. Aminas: Historia, generalidades y diversos modos de producción y descripción de las importantes, metilamina, trimetilamina, fenilamina, toluidina, rosanilina y otras.
7. Generalidades de las bases derivadas del óxido de amonio y dos compuestos hidrogenados de arsénicos y fósforo.
8. Generalidades acerca de los radicales organometálicos. Descripción de los importantes.
9. Alcaloides orgánicos naturales. Su historia, estado natural, propiedades generales y procedimientos de extracción, de preparación y usos. Usos importantes del opio, las quininas, las solanáceas y umbelíferas.
10. Generalidades de las amidas y descripción de las importantes.
11. Generalidades de las ureas. Propiedades del ácido úrico.
12. Estado natural, preparación y usos de los ácidos, málico, tártrico, cítrico, místico, péctico, tánico y sus derivados, y, de las sales usadas que forman estos ácidos.
13. Propiedades generales y diversos métodos de extracción de aceites esenciales, resinas, bálsamo, gomas, colorantes naturales y artificiales, y, de los principios inmediatos de vegetales.
14. Propiedades, extracción y usos de la goma elástica, del colorante de palo de Campeche, del líquen orchilla, índigo.
15. Descripción, extracción y usos del almidón, fécula, inulina, biquinina, dextrina, fuctosa, celulosa y sus congéneres.
16. Propiedades, extracción y usos de la sacarosa, glucosa, lactosa y levulosa.
17. Fermentación alcohólica, láctica y butírica. Teorías relativas a la fermentación.
18. Industrias derivadas de los taninos y de la celulosa. Medios a usarse para conservar y teñir maderas.

También, el catedrático de química con ser Director del Instituto en los periodos 1889-1893 y 1896-1898, logra la edición, en 1898, del boletín intitulado *Boletín del Instituto Científico y Literario* con la colaboración del catedrático Agustín González Plata, para conseguir una excelente formación educativa del alumnado, y, que hubiese material didáctico de divulgación de hechos relevantes mundiales de las ciencias naturales de vanguardia, y, de históricos trascendentes del mismo Instituto.

La edición de este *Boletín* se dio de 1898 a 1905 en siete tomos con un total de 77 números. El tomo IV (1901), número 6, de la página 161 a la 167 contiene el texto intitulado "CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y LEY PERIÓDICA DE MENDELEJEFF".¹²

¹² Archivo Universitario UAEM recibido por la cronista de la Facultad de Química el 15 de agosto de 2019.



Aunque tardíamente este boletín divulga la tabla periódica de los elementos químicos, lo realiza explícitamente en las seis cuartillas a modo de facilitar su aprendizaje.

El presente texto finaliza concluyendo que la proclamación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) de que fuese 2019, *Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos de Mendeleiev* a la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México le indujo a celebrarlo dentro del programa festivo del 49 Aniversario de su fundación, agosto de 2019.

Asimismo, indujo a su cronista a elaborar el presente texto para el alumnado lector abierto al entendimiento de su tesis: Todo hecho relevante histórico de las ciencias naturales guarda en sí conocimientos e ideas antecesoras primordiales –cimiento abierto al entendimiento del hecho-. En sí es epistemología de las ciencias naturales. De ahí, que al hecho histórico relevante “Tabla periódica de los elementos químicos de Mendeleiev” se le aplicó epistemología con enfoque histórico de sucesos trascendentes para su cristalización.

Del texto, su lectura comprensiva aportará al lector enriquecimiento cultural de la ciencia química y, a la vez, saber valorizar la enseñanza de esta ciencia en sitios del saber del Instituto Científico y Literario del Estado de México, precursor de lo que ahora es UAEM.



Universidad Autónoma del Estado de México

“2019, Año del 75 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM”