

Una propuesta uruguaya poco recordada ... la Tabla Periódica en espiral del Dr. Luis Alberto Bravo

Mónica Franco ¹; Manuel Nieto ²

^{1,2} Instituto de Profesores “Artigas”. Montevideo - Uruguay

¹ monifranco28@gmail.com

² mnietoes@gmail.com

Resumen

Tomando en consideración que el año 2019 ha sido designado como año Internacional de la Tabla Periódica se presenta a la comunidad científica y a los educadores un ordenamiento de los elementos químicos poco conocido, publicado por primera vez hace 45 años. El ordenamiento que se presenta fue elaborado por el Dr. Luis Alberto Bravo (Uruguay, 1910-1991) y posee características que aún permiten considerarlo vigente y de importante valor científico y pedagógico.

Palabras clave: elemento químico, sustancia simple, periodicidad, Tabla Periódica, propiedades zonales.

El concepto de elemento químico

Desde hace miles de años se conocen varios de los elementos que se encuentran en la naturaleza en estado libre. Por ejemplo el hierro, la plata, el oro, el cobre, el carbono y el azufre ya eran conocidos por el hombre desde la antigüedad. Estos elementos fueron utilizados por nuestros antepasados prehistóricos para la fabricación de objetos que han sido empleados con diferentes finalidades, entre otras: decoración, pinturas y elaboración de herramientas.

El estudio de cada uno de los elementos resulta de especial relevancia y utilidad para la química. Sin embargo el concepto de elemento químico resulta complejo y suele confundirse con el de sustancia simple. Puede realizarse un abordaje del mismo a diferentes niveles: macroscópico (fenomenológico), corpuscular y también simbólico.

En los documentos de IUPAC se encuentran dos acepciones para elemento químico:

1. *“Una especie de átomos; todos los átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico”.*
2. *“Una sustancia pura compuesta por átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico. Algunas veces este concepto se denomina sustancia simple distinguiéndolo de elemento tal como se define en 1, pero generalmente el término elemento químico se emplea para ambos conceptos”.*

La primera de las acepciones corresponde al abordaje conceptual a nivel corpuscular. En la segunda se encuentra asociados los niveles macroscópico y corpuscular, lo que conduce a superponer los conceptos de elemento y de sustancia simple.

A nivel simbólico podemos afirmar que cada elemento se representa por un determinado símbolo que lo identifica y lo diferencia de todos los demás.

Ordenamientos de elementos... muy conocidos y... escasamente conocidos

En la medida en que se fueron descubriendo cada vez más elementos químicos resultó necesario organizar adecuadamente la información acerca de los mismos. Cuando se examinan sus propiedades se encuentran similitudes y diferencias, que han permitido ordenarlos con diferentes criterios. En general, los autores de estos ordenamientos han tenido en cuenta propiedades físicas y/o químicas de las sustancias simples más abundantes que los elementos forman. Asimismo, también en varios trabajos -especialmente en los más recientes- se toman en cuenta algunas propiedades atómicas.

En el presente trabajo se mencionan solamente algunos de los numerosos ordenamientos de los elementos que se han propuesto a lo largo de la historia de la Química y se consideran de especial originalidad y relevancia para los autores.

El caracol telúrico de Chancourtois

En 1863 un geólogo francés, Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois, propone un ordenamiento de los elementos que se conoce como caracol, hélice o tornillo telúrico. El caracol telúrico está constituido por una cinta de papel que se enrolla en forma de cilindro o tornillo y contiene a los elementos conocidos hasta el momento dispuestos por “peso atómico” creciente. Los elementos con propiedades químicas similares quedan alineados verticalmente.

Chancourtois fue el primer científico en observar que, con determinada periodicidad, las propiedades químicas de los elementos se repiten (ejemplo: Li, Na, K), es decir, son función periódica de sus “pesos atómicos”. El nombre de caracol telúrico se debe a que el telurio se encuentra en el centro del ordenamiento original.

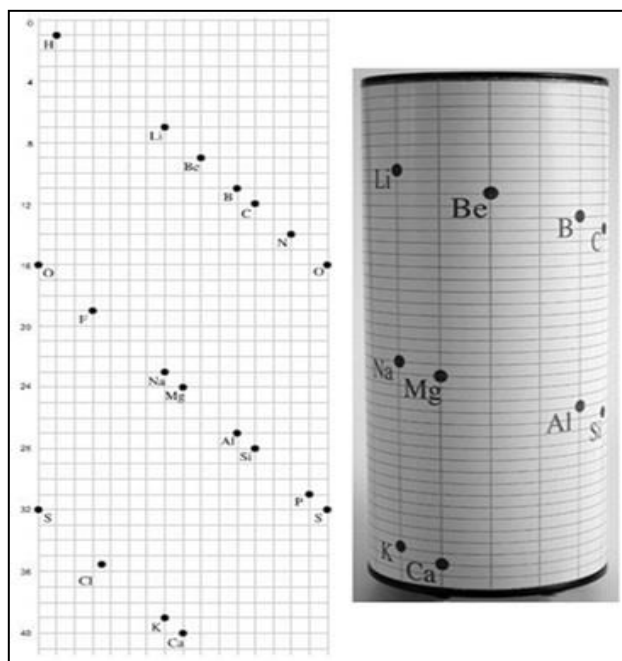


Figura 1. Caracol telúrico de Chancourtois (1863)¹

La tabla periódica de Mendeleiev y Meyer

En 1869 el químico ruso Dmitri Ivánovich Mendeleiev basándose en la periodicidad de las propiedades químicas y en forma simultánea el químico alemán Lothar Meyer basándose en la periodicidad de las propiedades físicas, publicaron sus ordenamientos

¹ Recuperado en <https://www.studocu.com/en/document/universidad-autonoma-de-ciudad-juarez/quimica/summaries/historia-de-la-tabla-periodica/3001517/view>

de los elementos en forma de tablas. Ambos ordenamientos resultan ampliamente coincidentes, con columnas que contienen elementos cuyas propiedades físicas y químicas mantienen semejanzas. Por lo tanto podríamos considerar que se trata de una misma tabla elaborada simultáneamente en lugares distintos y en base a puntos de partida diferentes. Si bien al hacerse referencia a esta tabla deberían mencionarse los nombres de ambos científicos, ha prevalecido en la historia de la química el nombre del primero de ellos. Dado que esta tabla es ampliamente conocida no se llevará a cabo una descripción de la misma en el presente trabajo.

Ordenamiento periódico de Charles Janet

En el año 1928 el ingeniero francés Charles Janet publicó varios ordenamientos periódicos de elementos químicos. Uno de ellos posee la forma de una espiral enrollada en cuatro secciones. Las diferentes secciones corresponden a lo que actualmente se designan como bloques de la tabla periódica (s, p, d, f). Los elementos alineados pertenecen a un mismo grupo o familia.

Las secciones ubicadas en la parte inferior izquierda corresponden a los elementos representativos

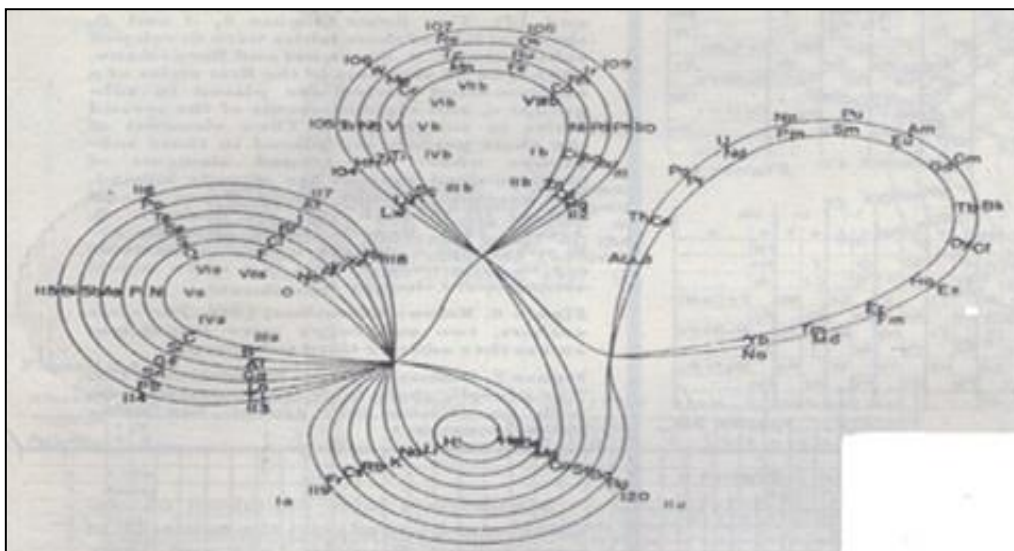


Figura 2. Ordenamiento periódico de Charles Janet (1928)²

Ordenamiento periódico de Emil Zmaczynski

En 1937 el químico ruso Emil Zmaczynski publica un ordenamiento periódico en forma de triángulos superpuestos. La base de cada triángulo corresponde a un período. Los elementos de cada grupo se encuentran ubicados en uno de los lados de cada triángulo.

² Mazurs, E. (1966). Ups & downs of the periodic table. *Chemistry*, 39 (7), 7.

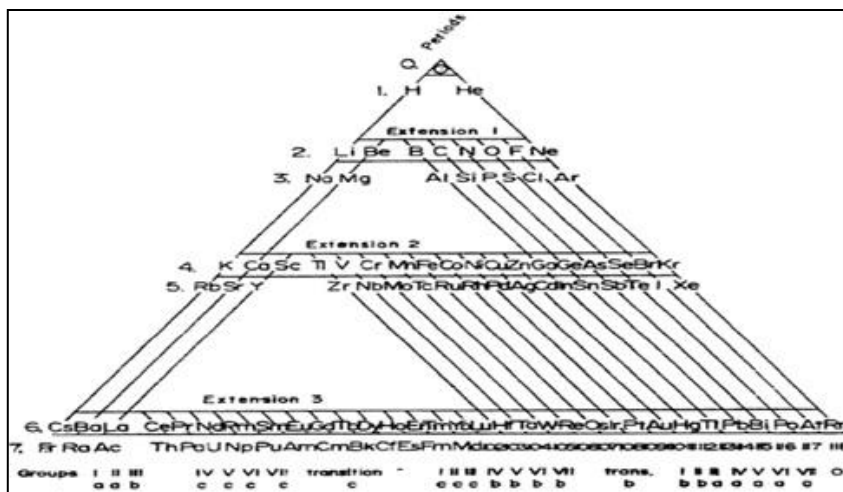


Figura 3. Ordenamiento periódico de Emil Zmaczynski³

El árbol de los elementos de Müller

En el año 1944 el químico suizo Paul Müller propone una representación de los elementos químicos en forma de árbol, tomando como referencia el árbol de la vida del naturalista inglés Charles Darwin. Cada rama contiene a una familia de elementos. Los elementos representativos se encuentran hacia uno de los lados de cada rama y los de transición se encuentran hacia el otro lado, a excepción de la rama inferior derecha que únicamente contiene elementos de transición.

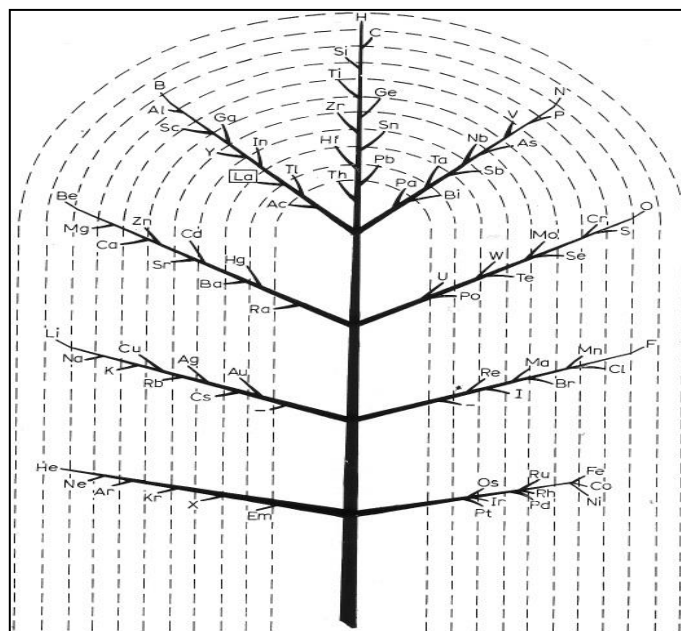


Figura 5. Árbol de los elementos de Paul Müller⁴

³ Mazurs, E. (1957). *Types of Graphic Representation of the Periodic System of Chemical Elements*. Recuperado de https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?PT_id=40

⁴ Van Spronsen, J. W. (1969). *The Periodic System of Chemical Elements: A History of the First Hundred Years*. Recuperado en https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?PT_id=293

La Tabla Periódica en espiral del Dr. Luis Alberto Bravo

Aspectos históricos

Luis Alberto Bravo (Uruguay) nace en 1910 y fallece en el año 1991. Cursa estudios en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, recibiendo de Químico Farmacéutico en el año 1930, con apenas 20 años de edad. Posteriormente es becado durante dos años en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, obteniendo el título de Doctor en Química en el año 1932, a una edad de 22 años. Dedicó gran parte de su vida a la investigación y a la docencia en Química tanto a nivel universitario como así también en Educación Secundaria, desempeñándose primero como profesor y después como Inspector de Química hasta la culminación de su trayectoria académica.

Tomando como referencia un trabajo de Gordon Irwin (EEUU, 1939) el Dr. Bravo realiza estudios sobre el ordenamiento de los elementos en forma de espiral desde el año 1947. Este ordenamiento permite zonalizar diferentes propiedades de los elementos favoreciendo y simplificando el estudio de los mismos.

La tesis de partida del Dr. Bravo es *“la naturaleza por doquier se desarrolla en espiral”*. En un artículo publicado en el año 1974 en la revista Correo de la Unesco el Dr. Bravo afirma que la forma en espiral se presenta tanto a escala de lo muy pequeño como de lo extremadamente grande. Por ejemplo encontramos esta forma en el nautilo (caparazón marina microscópica) o en las galaxias. Bravo establece que *“aunque se ignora cómo se generan los espirales en la materia viva, se ha comprobado que en las estructuras embrionarias las células se disponen radialmente en las primeras segmentaciones, pero a partir de la tercera ya se distingue la forma en espiral”*. También afirma *“los huracanes revelan en las fotografías aéreas su forma en espiral”*.

La primera publicación de la Tabla Periódica en Espiral se realiza en 1974 por la Unidad de Divulgación y Cultura de Enseñanza Secundaria del Uruguay y por la revista Correo de la Unesco. En 1978 se publica en español y en inglés por Editorial Reverté con varias reediciones mejoradas en los años siguientes.

Características de la Tabla Periódica en espiral del Dr. Bravo

El centro del ordenamiento de los elementos en espiral, no corresponde a un elemento químico sino al neutrón, partícula subatómica que resulta inestable fuera del núcleo con un período de semidesintegración de 11 minutos 2 segundos, dando como productos de su desintegración un protón, un electrón, un neutrino y energía bajo forma de rayos gamma. De esta forma estarían presentes todas las partículas constituyentes de los

átomos de los diferentes elementos químicos.

La Tabla Periódica en espiral posee un eje central determinado por los gases monoatómicos y el neutrón. El espiral se desarrolla en el sentido contrario a las agujas del reloj. Los elementos representativos y de transición quedan alineados por familias. Los elementos de transición interna se ubican fuera del ordenamiento en espiral, por debajo del mismo y en dos filas, tal como en la Tabla Periódica actual.

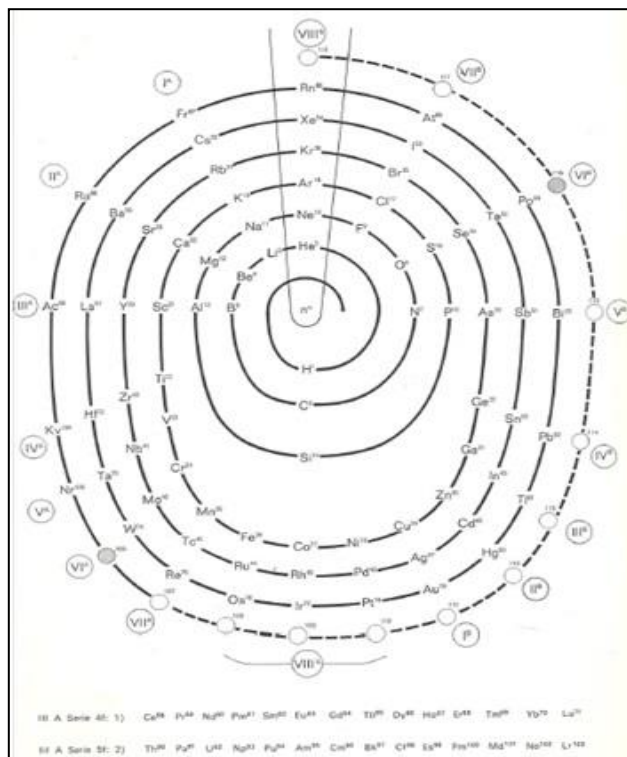


Figura 6. Tabla Periódica en espiral del Dr. L. A. Bravo (1978)⁵

El Dr. Bravo considera que su tabla en espiral “*es un sistema fácil y coherente de notación y nomenclatura de la Química Inorgánica, se aprende sin esfuerzo...*”. Añade, además, que “*el hecho repetido...de que los alumnos hacen sus propias tablas ha dinamizado el aprendizaje de la Química, que resultaba tedioso al no poder graficarlo y realizarlo. Lo más importante a mi juicio es que hoy día el alumnado construye, al elaborar su espiral, su propio sistema de referencia y reflexión*”.

El estudio de las propiedades zonales

Uno de los más importantes aportes del ordenamiento en espiral de los elementos químicos es el estudio realizado por el Dr. Bravo acerca de las variaciones zonales de diferentes propiedades atómicas, tales como la electronegatividad (figura 7) o la configuración electrónica.

⁵ Bravo, L. A. (1978). *Tabla periódica en espiral y propiedades zonales*.

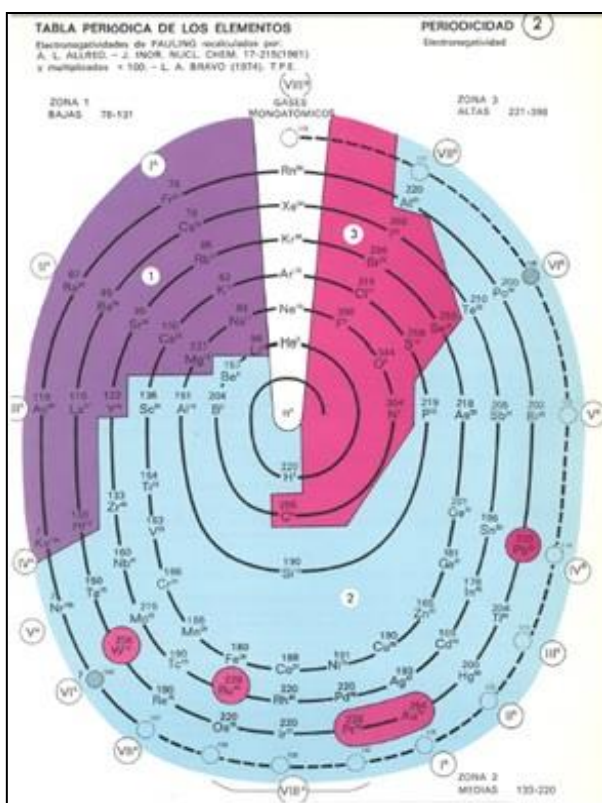


Figura 7. Tabla con variaciones zonales de electronegatividad

El Dr. Bravo también realizó estudios acerca de la zonalización de diferentes propiedades físicas de las sustancias simples más abundantes de cada uno de los elementos, como por ejemplo: densidades (figura 8), puntos de fusión (figura 9) y puntos de ebullición.

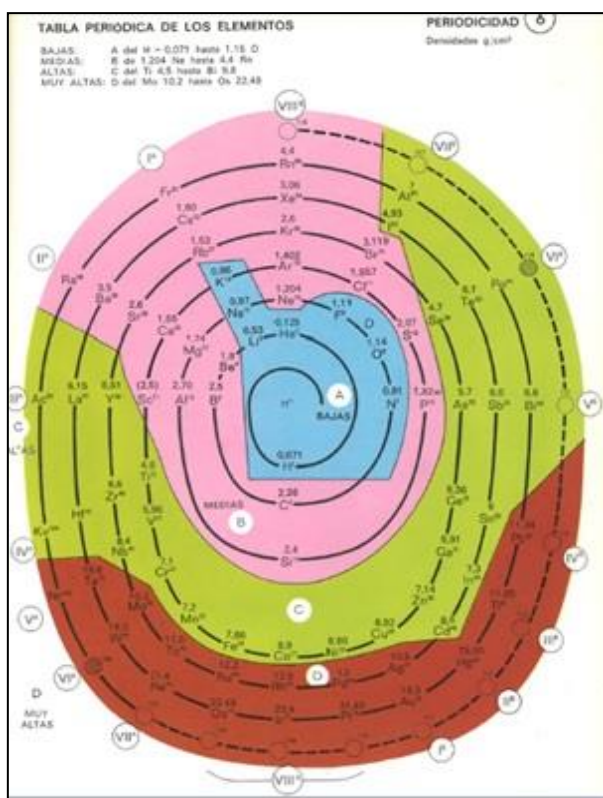


Figura 8. Tabla con variaciones zonales de densidades

Periodicidad en valores de electronegatividad:

La zona 1 (color violeta) contiene a los elementos que poseen bajos valores de Electronegatividad.

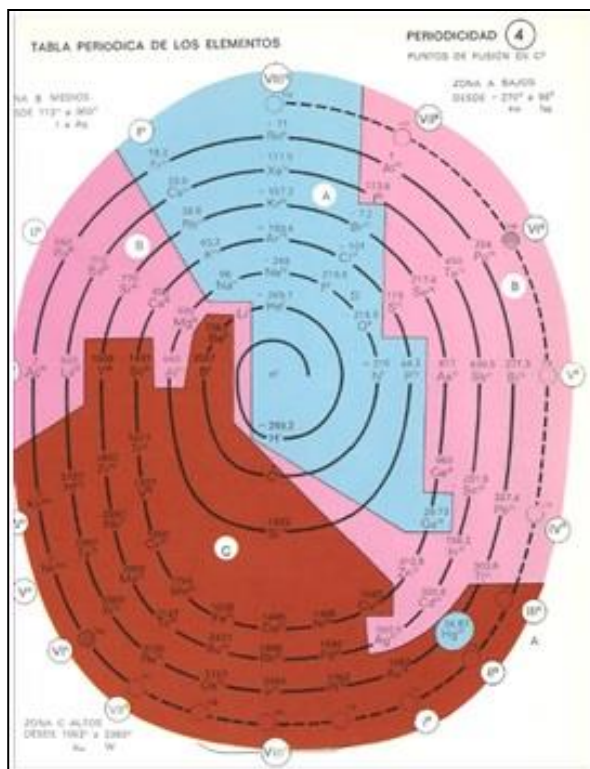
La zona 2 (color celeste) contiene a los elementos con valores medios y la zona 3 (color rojo) corresponde a los elementos con valores más altos de Electronegatividad.

Periodicidad en valores de densidad:

La zona A (celeste) contiene a los elementos de baja densidad (entre 0,071 y 1,15 g/cm³).

La zona B (color rosado) corresponde a valores medios (entre 1,20 y 4,40 g/cm³).

La zona C (verde) corresponde a valores altos (entre 4,50 y 9,80 g/cm³) y la zona D (marrón) a valores muy altos de densidad (entre 10,20 y 22,48 g/cm³).



Periodicidad en valores de puntos de fusión:

En la zona A (celeste) se encuentran los elementos de bajos puntos de fusión (entre -270 y 98°C).

La zona B (color rosado) contiene elementos de valores medios (entre 113 y 960°C).

La zona C (verde) contiene elementos de altos puntos de fusión (entre 1063 y 3380°C).

Figura 9. Tabla con variaciones zonales de puntos de fusión

Dentro de las propiedades con variaciones zonales el Dr. Bravo además incluyó diversas propiedades químicas y elaboró tablas de óxidos, hidruros y de clasificación geoquímica de los elementos.

Reflexiones finales

En varios aspectos de la vida científica, de diversas ramas del estudio de la naturaleza, los seres humanos hemos tratado de buscar regularidades, agrupar sistemas, objetos, etc. en base a características similares, a fin de sistematizar su estudio. Los variados ordenamientos de los elementos que hemos presentado ponen de manifiesto diversos intentos en relación a las propiedades de los elementos así como de las sustancias simples más abundantes que ellos conforman. Varios de ellos han sido elaborados sobre la base de trabajos anteriores, mejorando algunos aspectos deficientes que se habían detectado; pero todos ellos demuestran importantes esfuerzos y evidencian la gran creatividad en el pensamiento científico.

La tabla periódica en espiral puede parecer quizás poco práctica, especialmente debido al manejo extensivo de la tabla de Mendeleiev y Meyer, al que estamos acostumbrados. Sin embargo evidencia una perspectiva original y creativa que surge como una alternativa innovadora. Su consideración en los cursos de química de nivel medio o superior puede constituir el punto de partida para el desarrollo de

actividades didácticas de alto valor para el logro de aprendizajes de calidad en relación a los elementos y sus propiedades físicas y químicas.

Los alumnos de Formación Docente y de Bachillerato a quienes se les ha presentado la Tabla Periódica en espiral en los últimos años, han dado opiniones positivas acerca de la misma, sobre todo en cuanto a las ventajas que brinda para el estudio y la comprensión de diferentes propiedades zonales. Algunos incluso manifestaron inquietudes con respecto a la posibilidad de dar continuidad a los estudios correspondientes de modo de llegar a elaborar Tablas con distribución zonal de otras propiedades físicas o químicas no consideradas en su momento por el Dr. Bravo. El trabajo no está completo ni acabado sino a la espera de investigadores inquietos y motivados que deseen continuar con el mismo en el futuro.

Referencias bibliográficas

- Bravo, L. A (1978). *Tabla periódica en espiral y propiedades zonales*. Editorial Reverté. Barcelona.
- Chancourtois, A. E. B. (1863). *Periodic Table*. Recuperado en <https://www.studocu.com/en/document/universidad-autonoma-de-ciudad-juarez/quimica/summaries/historia-de-la-tabla-periodica/3001517/view>
- Mazurs, E. (1966). Ups & downs of the periodic table. *Chemistry*, 39 (7).
- Van Spronsen, J. W. (1969). *The Periodic System of Chemical Elements: A History of the First Hundred Years*. Elsevier. Amsterdam.
- IUPAC (2006). *Compendium of Chemical Terminology - the Gold Book*. Recuperado en <http://www.goldbook.iupac.org/>.