

*En el número de presentación de Educación Química (página 4) se convocó a los estudiantes de las carreras de química para concursar mediante la elaboración de un ensayo sobre el tema "El impacto del descubrimiento de D.I. Mendeleiev en 1869". Este trabajo es el ganador del concurso, cuyo autor se hizo acreedor a un lote de libros, un diploma y su publicación en este número de la revista.**

El recetario de la naturaleza.

Impacto de los descubrimientos

de D. I. Mendeleiev

Andrey Zarur Jury

(Estudiante de la carrera de química en la UNAM)

Introducción

A lo largo de la historia de la ciencia, grandes hombres han destacado por haber "robado" sus secretos a la naturaleza. Así, los grandes descubrimientos a lo largo del tiempo han sido realizados por hombres y mujeres de ciencia que logran comprender y explicar el comportamiento natural de algún hecho o, bien, que llegan por medio de procesos artificiales a imitar el comportamiento de la naturaleza.

El caso de Mendeleiev es realmente sorprendente, ya que este hombre logró arrancar a la madre naturaleza uno de sus más grandes secretos: su recetario.

En efecto, el descubrimiento de la periodicidad de los elementos por Mendeleiev es mucho más que una simple lista de nombres ordenados, es todo un conjunto de premisas que, combinadas, pueden resultar en cualquier compuesto, sustancia o material conocido.

Por qué un «recetario»

La tabla periódica propuesta por Mendeleiev por primera vez en su libro *Principios de Química*, en

1868, contiene no únicamente el nombre, símbolo y número atómico de los elementos conocidos, sino que nos proporciona mucha de la información teórica requerida para su combinación. Además, dado un elemento, nos dice a qué otros elementos se asemeja, a cuáles no, con cuáles es afín, a cuáles rechazaría; inclusive nos proporciona una idea del tamaño, características físicas, proporciones de combinación y muchos otros aspectos. A manera de un recetario que nos indica qué ingredientes deben mezclarse para formar un pastel y en qué proporciones, la tabla periódica nos habla de las posibilidades de formar compuestos con características definidas, así como la proporción en que deben ir mezclados los "ingredientes".

No es una simple lista de ingredientes básicos, y puedo atreverme a decir que la única información que no nos proporciona para "cocinar" nuestro "pastel" químico, es la "manera para prepararse" y el "tiempo de horneado".

Un poco de historia

El hombre prehistórico comprendía poco a poco la naturaleza de la materia por el procedimiento de

* *Educación Química* agradece al doctor Ian S. Butler, de la Universidad de McGill, en Canadá, el donativo de los libros: Butler, I. S. y Harrod, J. F., *Inorganic Chemistry, Principles and Applications*, Benjamin/Cummings, Menlo Park, 1989, y Butler, I. S. y Harrod, J. F., *Solutions Manual to Problems in Inorganic Chemistry, Principles and Applications*, Benjamin/Cummings, Menlo Park, 1989. Asimismo, agradece a Sistemas Técnicos de Edición el donativo del libro Morrison, R.T. y Boyd, R.N., *Química Orgánica*, SITESA-Adison Wesley Iberoamericana, México, 1987.

ensayo y error. Aprendió a usar la materia en su propio beneficio. De esta manera fabricó lanzas, hachas, arados, etcétera. Sin embargo, no se interesó en el origen y estructura de los materiales que usaba cotidianamente; simplemente utilizaba lo que tenía a su alcance, sin preguntarse si existía otra forma de fabricar esos utensilios.

Posteriormente vino la era de los metales y el hombre empezó a trabajarlos, incluso a hacer las primeras aleaciones. A partir de lo que la naturaleza le proporcionaba, comenzó a fabricar herramientas más complicadas, como fueron las tabletas de arcilla en Egipto hace 8 000 años, tintas en 6 000 a.C., vidrio a partir del cuarzo, fijadores para pintura, y muchos otros artificios que hacían más fácil la vida. Todos estos fueron los primeros pasos de la química empírica.

Fue hasta la época de oro de la filosofía griega que se empezó a tratar el problema del origen y estructura de los materiales utilizados a diario por el hombre. Así, Aristóteles planteó que toda la materia estaba formada por aire, agua, tierra y fuego, y, claro, las combinaciones entre ellos. Anteriormente, Tales de Mileto (600 a.C.) propuso que todo estaba formado por agua, ya que era el único material al que se conocía en sus tres estados físicos: líquido, sólido y gaseoso. Para Anaxímenes todo era formado por aire. Asimismo, Heráclito propone al fuego como el principio elemental de la materia. Incluso se propusieron como componentes básicos del mundo al Amor y al Odio.

Sólo Leucipo y Demócrito, su discípulo, se adelantaron a la sarta de teorías puramente filosóficas y dijeron que toda la materia se formaba por partículas pequeñas e indivisibles, llamadas átomos, y que el Universo se constituía por estas pequeñas partículas que se encontraban en constante movimiento. Demócrito no iba tan mal. Si tan sólo hubiera podido imaginarse lo que vendría después...

La alquimia, protoquímica de la Edad Media, surgió probablemente en los países orientales, China sobre todo, donde se menciona por primera vez la píldora de la inmortalidad de Wei Po Yang. La alquimia fue la primera corriente en preocuparse por dictar una clasificación de aquellos elementos primordiales que constituían la materia, y se conocían. Por ejemplo, la piedra que arde o azufre, el agua dura o mercurio, que eran opuestos entre sí. Por algún tiempo se pensó que estos dos elementos eran el origen de todo.

Así, en esta etapa empiezan a dictarse símbolos para representar a los elementos conocidos, historias largas para explicar la combinación química de dos de ellos, y todo tras la búsqueda del elixir de la eterna juventud, y la piedra filosofal que transformaría lo que tocara en oro puro.

Los alquimistas empezaron a derrumbar la teoría de los cuatro elementos de Aristóteles, y a intentar agrupar a los elementos que conocían en un orden lógico. Sin embargo, las clasificaciones de esta época, como la de Hennig Brand, descubridor del fósforo, son únicamente agrupaciones de los elementos según su afinidad o rechazo por el agua.

En el siglo XVII, Robert Boyle, atesta el golpe mortal a la teoría aristotélica, dando una definición de elemento en su libro *The Sceptical Chymist*:

"...ciertos cuerpos primitivos o simples y perfectamente libres de mezcla; que al no estar formados por ningún otro cuerpo, ni uno de ellos por otro, son los ingredientes con los que se componen directamente los cuerpos llamados perfectos, y en lo que se descomponen estos cuerpos".

En 1789 Lavoisier, químico de origen francés, publica una lista de 23 elementos que cumplían la definición de Boyle. Sin embargo, no deja de incluir en esa lista al fuego, al calor y a diversos materiales que hoy sabemos que son compuestos.

Posteriormente, Dalton postula su teoría atómica y, con base en ésta, ordena a los elementos en función de su peso, comparado con el del hidrógeno, al que arbitrariamente asigna el valor de uno, por ser el más ligero.

Berzelius comienza entonces a dar reglas para simbolizar a los elementos, a partir de la primera y segunda letras de su nombre en latín.

Para 1860 se conocían ya 65 elementos, que habían sido capturados y etiquetados. Ante esta cantidad de elementos diferentes, surgió la imperiosa necesidad de ordenarlos y agruparlos, no únicamente con base en su peso, como lo hizo Cannizzaro, sino incluso siguiendo sus semejanzas y diferencias entre sí.

Tal vez, Mendeleiev robó a la Naturaleza uno de sus más preciados secretos.

Surgieron varios científicos y varias técnicas para agrupar los elementos: las triadas, los octetos, las doceavas; pero todas seguían únicamente relaciones numéricas basadas en su peso y dejaban fuera toda otra contemplación en cuanto a su actividad química.

Era una variada colección en la que se distinguía poco orden; relaciones mutuas entre elementos, posibles conexiones familiares, parecían desafiar toda identificación. Se necesitaba un examen sistemático, persistente e increíblemente paciente de una cantidad inmensa de hechos. Esta gigante tarea fue emprendida por Dimitri Ivanovich Mendeleiev. Una ojeada a cualquier aula de cualquier escuela superior en ciencias, atestigua su triunfo: colgando de la pared, la familiar tabla periódica de los elementos es, a pesar de su vestido modernizado, su obra permanente.



Dimitri

Cuando Mendeleiev empezó su obra magna a fines de 1860, no tenía mucho más de treinta años, pero ocupaba la cátedra de química general de la Universidad de San Petersburgo. Nacido en Siberia, el menor de 17 hijos, recorrió con su madre a la edad de 15 años el largo camino a Moscú, para ser admitido en la Universidad. Sin embargo, fue rechazado a causa de su juventud, y siguió hasta Petersburgo, donde ingresó en el Instituto Pedagógico de la Universidad. Aunque tuberculoso, llegó a ser maestro, químico y consejero en la industria del petróleo. La estima en la que se le tenía duró toda la vida. Más tarde, cuando se casó por segunda vez sin haberse divorciado, el Zar comentó: "Sí, Mendeleiev tendrá dos mujeres, pero yo sólo tengo un Mendeleiev."

La *Magnum Opus*

La clásica tabla periódica se originó en los preparativos de Mendeleiev para su libro *Principios de Química*, publicado en 1868. Le llamó la atención la falta de sistematización de los hechos en la química inorgánica. Se puso a recoger todos los fragmentos de evidencia sobre la naturaleza de los elementos conocidos. Sabía, por ejemplo, que los halógenos, o elementos formadores de sales, tenían características comunes entre sí (flúor, cloro, bromo, yodo). Así como los metales alcalinos, que se oxidaban en presencia de aire, y los metales nobles, que resistían la corrosión (cobre, platino, oro).

Mendeleiev ideó el sistema de colocar carteles por las paredes de su laboratorio. Asignó a cada elemento una tarjeta, y luego las ordenó una y otra vez. Sobre cada tarjeta venía anotado el peso atómico y otras propiedades, tanto del elemento como de los compuestos que formaba. Más tarde ideó el sistema de hileras laterales y columnas verticales, en las cuales dispuso las tarjetas que correspondían a semejanzas físicas y químicas. Después de haber situado al hidrógeno en un lugar especial, y aparte de todos los otros por sus propiedades únicas, dispuso en la primera hilera los siete elementos siguientes conocidos, desde litio hasta flúor. En la siguiente colocó del sodio al cloro. Ya sólo en estas dos primeras hileras la periodicidad resultaba evidente. En cada columna el primer y segundo ele-

mento eran químicamente semejantes.


Lo genial de Mendeleiev consistió en darse cuenta de estas relaciones. Incluso cuando llegó al tercer renglón, se dio cuenta que faltaba un elemento por descubrir, que debía estar entre el calcio y el titanio, en el tercer lugar de la hilera.

Mendeleiev situó tarjetas en blanco donde sospechó que debía existir otro elemento, asegurando que tarde o temprano estos elementos serían descubiertos, e inclusive predijo con exactitud asombrosa las propiedades químicas y físicas de elementos que faltaban aún por descubrir. Su primera predicción se cumplió con el descubrimiento del galio en 1875. Sus propiedades se correspondían casi exactamente con las del eka-aluminio, como había él denominado al elemento faltante. Y así sucedió con muchos otros elementos posteriormente descubiertos. Únicamente escaparon a su profecía los gases nobles, que aparecieron en los últimos años de su vida. Sin embargo, encajarlos no fue difícil, pues únicamente hubo que agregar una columna extra a su tabla.

Incluso hoy, cuando seguimos descubriendo nuevos elementos artificiales en los laboratorios, éstos ya tienen su "asiento reservado" en la *Magnum Opus* de Dimitri Ivanovich Mendeleiev.

Conclusiones

Es realmente impresionante que cien años después del trabajo de Mendeleiev no se haya concebido una mejor manera de ordenar y precisar el lugar que debe ocupar cada elemento en una tabla. Ésta nos proporciona tanta información como nosotros podamos interpretar de su contenido. Y aunque de esta tabla primitiva no podamos conocer los valores exactos de electronegatividad y potencial de ionización de un elemento, por ejemplo, sí podemos darnos una idea comparativa entre dos elementos, es decir, por la posición que guarda uno respecto a otro en la tabla, podemos estimar como se comportarían al reaccionar. Podemos vislumbrar las posibles combinaciones entre dos elementos. Saber de antemano si un compuesto sería o no estable. Y muchas otras cosas. Un verdadero recetario de la naturaleza.

Mendeleiev fue el primer hombre de la historia en imponer un verdadero orden al caos natural de los elementos. Robó a la naturaleza tal vez uno de sus mas preciados secretos. 

Para ampliar la información:

—Bargalló, M., *Tratado de química inorgánica*, Ed. Porrúa, México, 1972, p. 273-281.

—Longo, F., *Química general*, McGraw Hill, México, 1979, p. 44-53.

—Lozano, J.J. y Vigata, J.L., *Fundamentos de química general* Alhambra, Madrid, 1983, p. 1-25 y 255-281.

—Mortimer, C., *Química*, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1983, p. 1-23 y 89-91.

—Sanderson, T., *Periodicidad química*, Ed. Aguilar, Madrid, 1964. Colección Ciencia y Tecnología.

—Singer, J., *A History of Technology*, Clarendon Press, Nueva York, 1954.



HEXAQUIMIA, S.A. de C.V.

OFICINA: Manuel Castro Padilla No. 13-201
01020 México, D.F.
Tels: 593 5900 y 593 5566
Telex: 1777221 HEXAME Fax: 593 6123

PLANTA: Km 20.7 Carr. México-Texcoco
Los Reyes La Paz, Edo. México
Tels: 855 0478 y 855 1295

REPRESENTANTE EXCLUSIVO DE: AKZO CHEMICALS, B.V.
HOLANDA

AKZO CHEMICALS, INC.
U.S.A.

FABRICANTE DE ESPECIALIDADES QUIMICAS
DE ALTA TECNOLOGIA

PARA LAS INDUSTRIAS

De Plásticos y Polimerización

Peróxidos Orgánicos
Percarbonatos
Azo Compuestos
Pigmentos Dispersados para Poliéster
Película Separadora
Persulfato de Potasio y Amonio

De Pinturas y Tintas

Octoatos metálicos
Naftenatos y linoleatos
Agentes antinata
Biocidas

De Resinas

Acido Fumárico
Iniciadores de Polimerización
Catalizadores de Cobalto

De Aditivos para Alimentos

Acido Fumárico Soluble
Blanqueadores de Harina

CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD - SERVICIO TECNICO