

# ELEMENTOS SINTÉTICOS, DEL 93 AL 118. (PARTE 2)

Posted on 6 diciembre, 2019 by José Antonio Chamizo



Category: [Tabla Periódica](#)



[\*\*Viene de la Primera Parte\*\*](#)

Entre 1772 y 1774, utilizando cubas neumáticas, el sueco C. W. Scheele (1742-1786), el inglés J. Priestley (1733-1804) y el francés Lavoisier aislaron un gas con propiedades extraordinarias. A pesar de las diversas controversias nacionales sobre la prioridad del descubrimiento del [oxígeno](#), el que cumplió claramente con las tres condiciones anteriores fue Lavoisier. Por ello, hoy conocemos a ese gas con el nombre que Lavoisier le dio, en lugar de "aire del fuego" o "aire desflogisticado" los nombres que acuñaron Scheele y Priestley.

Durante los últimos quince años del siglo XIX, físicos alemanes, ingleses y franceses realizaron

diversos experimentos con los rayos catódicos. No sólo aprendieron a producirlos sistemáticamente encerrándolos en tubos a los que lograron extraer el aire, sino que los sometieron a campos eléctricos y magnéticos observando inesperados comportamientos. De todos ellos fue J. J. Thompson (1856-1940) el que cumplió con las tres condiciones anteriores como el descubridor del electrón lo que lo hizo merecedor al Premio Nobel de Física en 1906. No deja de ser una ironía de la historia que J.J. Thompson lo recibiera por demostrar la naturaleza corpuscular de esta partícula y su hijo G.P Thompson (1892-1975) lo recibiera, en 1937, por demostrar que el electrón se comportaba como una onda. También resulta irónico que la medalla que se entrega a los galardonados con el Premio Nobel, tanto de química como de física sea la misma (Figura 1), como si ambas disciplinas realizaran el mismo tipo de actividad: descubrir. La tercera ironía es que el químico sueco A. Nobel (1833-1896), con cuyo dinero se patrocina el premio que lleva su nombre, no descubrió la dinamita, la inventó y la patentó durante la segunda revolución química. Desde entonces los químicos descubren, pero sobre todo inventan.



Figura 1. Uno de los lados de la medalla que se otorga a los ganadores del Premio Nobel de física y química lleva la imagen de la naturaleza tapada con un velo, que es descubierta por la ciencia. El mismísimo A. Nobel no se hubiera hecho merecedor a ella, a pesar de que su tecnocientífico invento cambió la faz de la Tierra. No hay árboles, ni minas de dinamita.

Todo lo anterior es fundamental para entender que los elementos transuránicos fueron creados y no descubiertos. No hay minas de plutonio en Plutón, ni de americio en América. No hay árboles de los cuales extraer californio en California, ni moscovio en Moscú. Los elementos son una creación de

la tecnociencia humana. Son artificiales. Son el producto de las reacciones nucleares.

## Sobre la síntesis de elementos artificiales

La tercera revolución química concluyó un año después del otorgamiento del Premio Nobel de Química a F.W. Aston (1877- 1945) por su descubrimiento, utilizando el espectrógrafo de masas, de isótopos de elementos no radiactivos. En 1912 Aston observó en su instrumento la existencia de átomos diferentes del gas noble neón. Hoy sabemos que por cada 1000 átomos de neón, 909 tienen 10 protones; 3 tienen 11 protones y 88 tienen 12 protones.

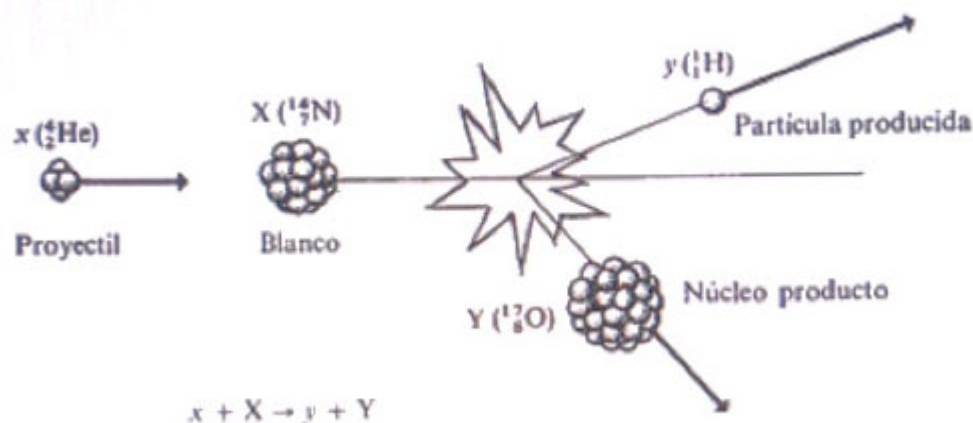
La representación icónica de los elementos y sus isótopos es  ${}^A_Z X$  donde X es el símbolo del elemento, Z el número atómico (que corresponde al número de protones en el núcleo) y A el número de masa (que corresponde a la suma del número de protones y de neutrones). Así, para el caso de los tres isótopos del Ne se tiene:  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ;  ${}^{21}_{10}\text{Ne}$  y  ${}^{22}_{10}\text{Ne}$ .

Las reacciones nucleares pueden escribirse de la siguiente manera:



donde x es un proyectil, o núcleo ligero, que puede acelerarse mucho y proyectarse sobre el "blanco" X. Con ello se produce otra partícula ligera y, y un nuevo núcleo pesado Y. Un esquema que representa lo anterior y corresponde a la primera reacción nuclear, realizada por Rutherford en 1919 bombardeando átomos de nitrógeno con partículas alfa (núcleos de He), es:





Es bien sabido que el número atómico  $Z$ , es el que caracteriza a cada uno de los elementos que se representan en la Tabla Periódica. Por ejemplo, todos los átomos con un protón en su núcleo son de hidrógeno; sin embargo, algunos tienen uno o más neutrones (otra partícula nuclear de masa semejante a la del protón pero sin carga eléctrica). Hay tres isótopos del hidrógeno elemental: protio, deuterio y tritio. El tritio tiene un protón y dos neutrones y fue sintetizado por Rutherford en 1934.

En la Tierra, el isótopo predominante del [hidrógeno](#) es el protio. El tritio es inestable y se rompe espontáneamente en el fenómeno que conocemos, desde la tercera revolución química, como radiactividad. Rutherford acuñó también el concepto de tiempo de vida media ( $t_{1/2}$ ) como aquel que se requiere para que una determinada cantidad inicial (en este caso de átomos) se reduzca a la mitad. En el caso del tritio, su  $t_{1/2}$  es igual a 12.32 años, lo que quiere decir que si tenemos 100 átomos de tritio puro, 12.32 años después tendremos 50 átomos, 12.32 años después 25 átomos, y 12.32 x 5 años después nada. Así 100 átomos de tritio desaparecen después de 86.2 años. El tritio se utiliza para datar el agua y dado que el vino es una mezcla homogénea de agua y alcohol, conociendo la cantidad de átomos de tritio en una botella de vino se puede saber su edad.

Si el número atómico es pequeño, la proporción de protones a neutrones es cercana a la unidad y los núcleos son estables. Conforme aumenta el número de protones en el núcleo, la cantidad de neutrones se incrementa en mayor proporción para evitar que el núcleo se desintegre por el incremento de la repulsión eléctrica de los protones. La mayor estabilidad nuclear se presenta para los núcleos con 2, 8, 20, 28, 50, 82 y 126 protones o neutrones. El reconocimiento de estos "números mágicos" ha servido para evaluar diversos modelos de estructura nuclear.

Los primeros intentos para producir elementos más pesados que el uranio fueron realizados por E. Fermi (1901-1954) y E. Segré (1905-1989) en Italia en 1934. La idea era bombardear al uranio con neutrones, esperando luego una emisión de una partícula  $\beta$  (electrón  ${}^0_{-1}\text{e}$ ), con lo que se habría logrado un átomo con  $Z = 93$ . A pesar de que en un principio reportaron resultados positivos,

corrigieron sus conclusiones posteriormente reconociendo que su experimento había fracasado, pero esta línea de investigación los llevó más tarde a profundizar en las reacciones de fisión nuclear (aquella en la que un átomo se rompe al menos en otros dos de menor número atómico). Ésta fue descubierta por un grupo alemán compuesto por O. Hahn (1879-1968), L. Meitner (1878-1868) y F. Strassmann (1902-1980), quienes después de bombardear uranio con neutrones lentos, identificaron que el núcleo de uranio se había "roto" en pequeños pedazos, formados por átomos de Ba, La, I, Te, Mo y otros más.

Fue en 1940 cuando en la Universidad de California en Berkeley el grupo integrado principalmente por E. McMillan (1907-1991) y G.T. Seaborg (1912-1999), empleando el isótopo del hidrógeno conocido como deuterio sintetizaron por vez primera elementos transuránidos, el neptunio y el plutonio, a través de las siguientes reacciones realizadas en un acelerador de partículas de 150 cm de ancho conocido como ciclotrón (Figura 2):



Por esta síntesis McMillan y Seaborg se hicieron merecedores del Premio Nobel de Química en 1951. Aquí hay que hacer notar que poco después de su síntesis se encontró que algunos de los isótopos del Np y Pu tienen  $t_{1/2}$  de millones de años, lo que ha permitido encontrar trazas de ellos en minas de uranio.

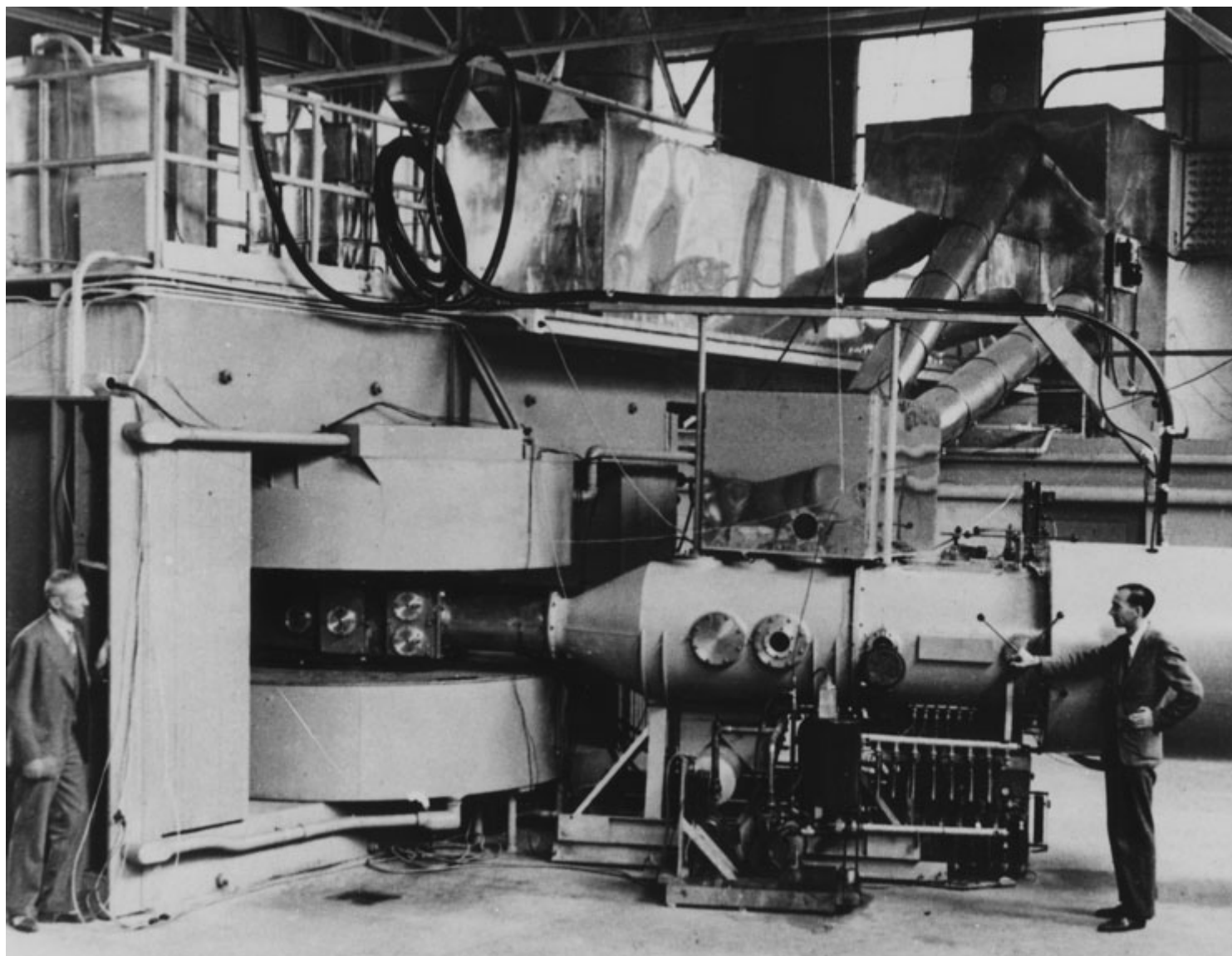


Figura 2. Ciclotrón de Berkeley, instrumento en que se sintetizaron diez nuevos elementos, además de docenas de isótopos de otros más.

En esa época se esperaba que el elemento con  $Z = 93$  ocupara la posición inferior de la familia 7, debajo del Re, ya que ciertas propiedades del Th, Pa y U se asemejaban a la de los elementos más ligeros de las familias 4, 5 y 6. No obstante, el Np pronto mostró propiedades más cercanas al U que al Re. También, en la Universidad de California, las síntesis posteriores del americio (Am,  $Z = 95$ ) y el curio (Cm,  $Z = 96$ ) y su similitud con U, Np y Pu, llevaron a Seaborg a proponer, en 1945, que todos estos elementos estaban llenando la capa 5f, y no la 6d como se suponía, y por ello formaban parte de una serie análoga a la de los lantánidos, conocida desde entonces como actínida.

Las síntesis posteriores del berkelio (Bk,  $Z = 97$ ) y californio (Cf,  $Z = 98$ ), en 1949 y 1950; del einstenio

(Es,  $Z = 99$ ) y fermio (Fm,  $Z = 100$ ) en 1952 y 1953; el mendelevio (Md,  $Z = 101$ ), en 1955, el nobelio (No,  $Z = 103$ ) y en 1961 el lawrencio (Lw,  $Z = 104$ ) no hicieron más que completar la serie. C<sup>2</sup>

**CONTINÚA TERCERA PARTE...**