

Vida científica

EFEMÉRIDES

1960, PREMIO NOBEL AL USO DEL CARBONO-14 COMO MEDIDOR DEL TIEMPO

WILLARD FRANK LIBBY. PREMIO NOBEL DE QUÍMICA EN EL AÑO 1960

Cuando actualmente se cumplen 50 años desde que Willard Frank Libby recibiera el Premio Nobel de Química es interesante mencionar que el próximo 2011 será el Año Internacional de la Química, una celebración a nivel mundial de los importantes logros de la Química en nuestra sociedad a lo largo de su historia, así como de su decisiva contribución al bienestar de la humanidad.

La declaración de 2011 como Año Internacional de la Química es una iniciativa de la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) y de la Unesco, y fue decretada por la Asamblea General de Naciones Unidas el 30 de diciembre de 2008.

Bajo el lema "*Chemistry: our life, our future*" ("Química: nuestra vida, nuestro futuro"), los objetivos de esta conmemoración son: incrementar la apreciación pública de la Química como herramienta fundamental para satisfacer las necesidades de la sociedad, promover el interés por la Química entre los jóvenes, y generar entusiasmo por el futuro creativo de la Química. Se enfatizará la contribución de la Química como ciencia creativa esencial para mejorar la sostenibilidad de nuestros modos de vida y para resolver los problemas globales y esenciales de la Humanidad, como la alimentación, el agua, la salud, la energía o el transporte.

BIOGRAFÍA

Willard Frank Libby fue un químico estadounidense, introductor de la técnica de datación mediante carbono radiactivo. En 1933, tras doctorarse por la Universidad de California, Berkeley, se incorporó a ella



Figura 1. Willard Frank Libby (1908, Grand Valley - 1980, Los Ángeles).

como investigador y docente y, más tarde, en 1941 se integró al equipo del proyecto Manhattan, participando en el desarrollo del método para separar los isótopos de uranio que hizo posible la puesta a punto de la bomba atómica.

Tras la Segunda Guerra Mundial, en 1945 se incorporó al Instituto de Estudios Nucleares de la Universidad de Chicago y en 1959, a la Universidad de California, Los Ángeles, como profesor de Química.

En el año 1960 el profesor Willard Frank Libby fue galardonado con el Premio Nobel de Química por su método para determinar la edad de los materiales orgánicos (o que contengan carbono) mediante el uso del carbono-14 (^{14}C) como medidor del tiempo. Esta técnica, conocida como "*Datación Radiocarbónica*" sirve para determinar muestras de aproximadamente 70.000 años como máximo y es imprescindible en arqueología, geofísica, geología y otras ciencias.

DATAACION DEL CARBONO-14

El ^{14}C es un isótopo del carbono con una masa atómica de 14; su núcleo está formado por 6 protones y 8 neutrones. Se forma en las capas altas de la atmósfera por la radiación cósmica procedente del espacio exterior y se encuentra como dióxido de carbono. En la atmósfera hay una proporción muy baja de ^{14}C , por cada miles de millones de átomos de carbono solo uno es de ^{14}C . Sin embargo, a pesar de que las cantidades son muy pequeñas, se puede llegar a determinar. La vida media del ^{14}C es aproximadamente 5.730 años, esto quiere decir que durante esos de años la cantidad de ^{14}C en un material orgánico se reduce a la mitad, y que después de otros 5.730 años esa cantidad es una cuarta parte y así hasta su total desintegración.

El proceso completo para comprender la datación radiocarbónica se puede ver en la Figura 2. Está basado en la ley de decaimiento exponencial de los isótopos radioactivos. El isótopo ^{14}C se produce de forma continua en la atmósfera debido a la colisión de los rayos cósmicos con moléculas, produciendo neutrones. Estos neutrones son utilizados como partículas de bombardeo sobre átomos de nitrógeno, arrancando un protón y transformándolo en ^{14}C . Este isótopo se encuentra homogéneamente mezclado con los átomos de carbono no radioactivos en el CO_2 de la atmósfera y se

incorpora a las plantas a través de la fotosíntesis. También es posible su incorporación en las plantas por asimilación de carbonatos y bicarbonatos radioactivos que se transforman al estar el CO_2 en contacto con el agua de mares y lagos. Por último, los animales lo incorporan por la ingesta de las plantas y mediante la respiración, siendo la proporción de $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en los seres vivos igual a la del aire.

Cuando un organismo muere, el intercambio de carbono con su entorno se detiene y la concentración de ^{14}C va decreciendo a medida que va transformándose en nitrógeno por decaimiento radioactivo. Debido a que la masa del isótopo ^{14}C disminuye a un ritmo conocido, es posible determinar el tiempo transcurrido desde la muerte de un ser vivo calculando la cantidad de ^{14}C que aún queda en el material.

Para medir la cantidad de ^{14}C restante en un fósil, se incinera un fragmento pequeño para convertirlo en gas de dióxido de carbono y se utilizan contadores de radiación para detectar los electrones emitidos por el decaimiento de ^{14}C en nitrógeno. La cantidad de ^{14}C se compara con la de ^{12}C , forma estable del carbono, para determinar la cantidad de radiocarbono que se ha desintegrado y así datar el fósil.

En sustancias biológicas muertas, como por ejemplo la madera, aceite de foca y muchos más, se ha

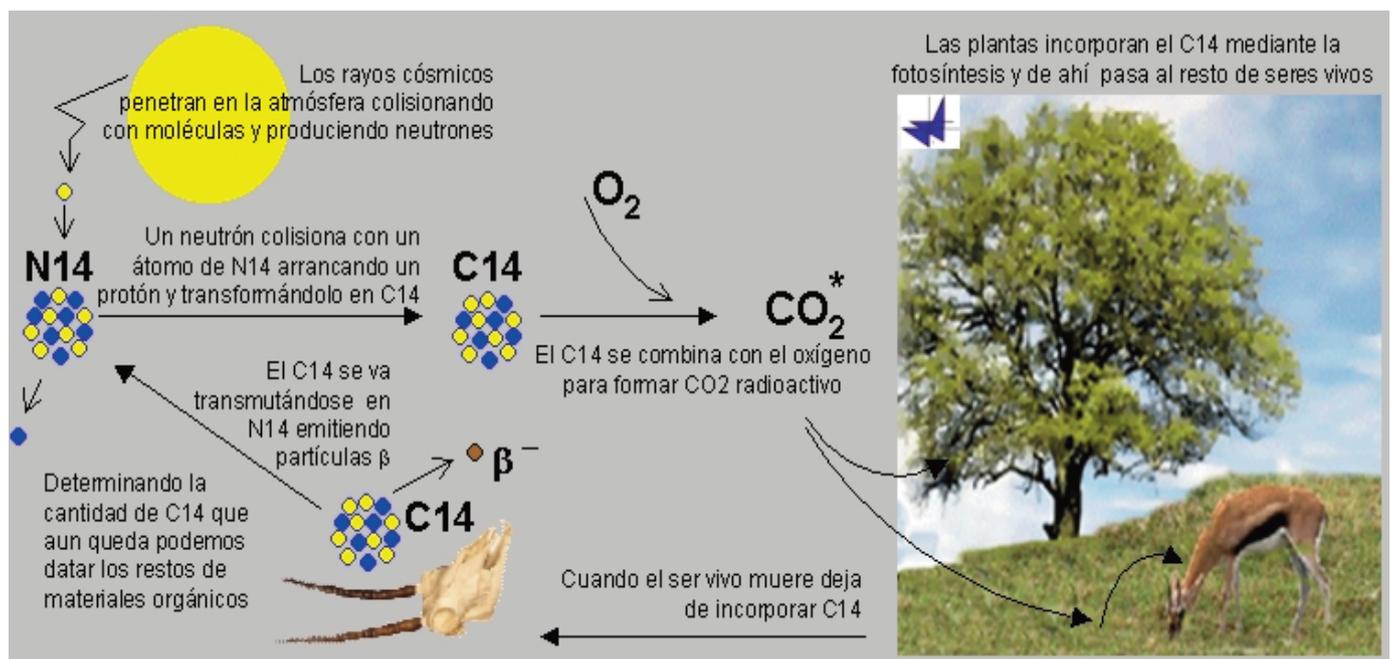


Figura 2. Proceso de datación del carbono-14.

podido determinar la edad a partir de esta técnica, pero por el contrario algún material fósil, como el petróleo, no tiene actividad del ^{14}C debido a que proviene de organismos que vivieron hace millones de años.

Libby y sus compañeros de trabajo utilizaron este método refinado para determinar, entre otras cosas, carbón vegetal y madera encontrados en tumbas egipcias –la muestra más antigua hace 5.000 años y otras más jóvenes de hace 2.000 años–, pudiendo así determinar cuándo fueron construidas. También estudió los árboles de secoya y de abetos milenarios, cuya edad exacta se pudo determinar contando los anillos anuales. Así, los resultados obtenidos no dejaron dudas sobre la fiabilidad del método.

Se pueden mencionar algunas de las determinaciones de edad que gracias a Libby arrojan luz sobre la historia de la humanidad. Por ejemplo, se demostró que el último periodo glacial en América del Norte y en el norte de Europa fueron simultáneos. Huellas de viviendas humanas fueron datadas unos 10.000 años atrás en esas regiones. Y en la parte sur de Francia, mas allá del avance del hielo, se encontró leña usada hace 15.000 años para hacer fuego. Al igual que en Irak, se encontraron muestras de vida humana de hasta 25.000 años atrás.

El método de ^{14}C se ha aplicado también en oceanografía, como por ejemplo, para la datación de sedimentos marinos relativamente recientes. Así se ha podido determinar la circulación del agua del mar, de gran importancia en oceanografía física.

El hecho de poder calcular el momento de la muerte de un ser vivo es lo que se conoce por *edad radiocarbónica* o de ^{14}C , y se expresa en “años BP” (Before Present). Esta escala equivale a los años transcurridos desde la muerte del ejemplar hasta el año 1950 de nuestro calendario. Se elige esta fecha por convenio y porque en la segunda mitad del siglo XX, los ensayos nucleares provocaron serias anomalías en las curvas de concentración relativa de los isótopos radiactivos en la atmósfera. Por otro lado, la proporción $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en la atmósfera no es constante en el tiempo y, por lo tanto, las comparaciones deben hacerse con distintos datos en función de la edad del objeto. Esas

diferencias se deben a que la concentración de carbono radiactivo en la atmósfera también ha variado respecto al tiempo. Hoy se conoce con precisión la evolución de la concentración de ^{14}C en los últimos 25.000 años, por lo que puede corregirse esa estimación de edad comparándolo con curvas obtenidas mediante interpolación de datos conocidos. La edad así hallada se denomina *edad calibrada* y se expresa en “años Cal BP”.

La escala temporal del ^{14}C contiene otras fuentes de incertidumbre que pueden producir errores entre 2.000 y 5.000 años. El problema más grave es la contaminación posterior al depósito, que puede estar causada por filtración de agua subterránea, por incorporación de carbono más antiguo o más joven y por captación de impurezas en el terreno o en el laboratorio.

En resumen, el método de datación de Libby rápidamente atrajo la atención del mundo científico y no pasó mucho tiempo hasta que se crearan varios laboratorios dedicados a esta labor en numerosos países. Logró desarrollar un método que hoy en día es indispensable para el trabajo de investigación de muchos campos y que se lleva a cabo en muchos institutos de todo el mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/unesco_named_lead_agency_for_international_year_of_chemistry_in_2011/.
- [2] <http://www.textoscientificos.com/fisica/radiactividad/carbono-14>.
- [3] <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/libby.htm>.
- [4] <http://www.oviedocorreio.es/personales/carbon/estructuras/estructuras.htm>.
- [5] http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laur-eates/1960/index.html.

Jesús López Sanz, Vanesa Calvino Casilda,
Elena Pérez Mayoral y Antonio J. López Peinado
Dpto. de Química Inorgánica y Química Técnica