

Centenario del descubrimiento de la radiactividad

Radiocarbono y arqueología

Luz Lazos-Ramírez*

*Sucesión y engaño.
Es la rutina del reloj...
El hoy fugaz es tenue y es eterno.*

J. L. Borges.

La arqueología es una disciplina antropológica que estudia el pasado del hombre a través de la recuperación, análisis e interpretación de los restos materiales de las culturas (Mignon, 1993). Los arqueólogos tratan de reconstruir el proceso que ha creado al mundo actual a través de los datos del pasado; estos datos son cambios en el mundo natural debidos a la acción humana. En otras palabras, los datos arqueológicos son los resultados fosilizados del comportamiento humano (Childe, 1956).

A partir de lo anterior puede observarse que la arqueología no simplemente trata de la periodización de eventos; sin embargo, la falta de control sobre la secuencia temporal de eventos poco puede contribuir a los estudios antropológicos. Es a través del estudio de los procesos culturales que la arqueología se convierte en una disciplina vital dentro de las ciencias sociales. Pero la base para el estudio de los procesos culturales requiere del fechamiento de eventos para su ordenamiento en una escala temporal. Este punto había sido considerado el “tallón de Aquiles” de la arqueología, debido a las dificultades para determinar el tiempo transcurrido desde que un evento ha ocurrido (Michels, 1983).

En este sentido, los años sesenta fueron testigos de una revolución en la arqueología. En esa década, el arqueólogo llegó a ser un estudioso de las sociedades y sus cambios en el tiempo. Con el advenimiento de las técnicas de fechamiento, los reportes arqueológicos pasaron de ser meras compilaciones de datos con el objetivo de probar la validez de la cronología propuesta a estudios más enfocados hacia la comprensión de los factores sociales involucrados en el cambio cultural (Michels, 1983). Esta revolución fue facilitada por el desarrollo de nuevos métodos de fechamiento que ilustran la contribución de las cien-

cias naturales al ser aplicadas para resolver problemas dentro de la arqueología (Bowman, 1990).

Indudablemente, el mejor ejemplo para ilustrar esta revolución es el fechamiento por radiocarbono.

Este método, desarrollado secretamente desde 1939 por un grupo de científicos encabezados por Willard Libby, fue dado a conocer en diciembre de 1949. La aplicación del mismo a partir de entonces para determinar la antigüedad de diversos objetos y las consecuencias de esto en diferentes campos del conocimiento fue determinante para que, en 1960, Libby recibiera el premio Nobel de Química (Taylor, 1978).

Los principios básicos del método son mucho menos populares que la historia del fechamiento, el premio Nobel y el gran impacto en la arqueología y otras ciencias, pero en ellos está la clave para entender por qué se dice que la historia de la arqueología puede dividirse en a.C y d.C donde la “C” significa “carbono 14”.

La propuesta del método Libby se basó en tres descubrimientos básicos. En primer lugar, el descubrimiento de un isótopo radiactivo del carbono con masa 14 (^{14}C) por Kurie (1934); en segundo lugar la determinación por Kamen y Ruben (1939) de la posibilidad de producir el ^{14}C por bombardeo neutrónico y, finalmente, el trabajo de Korff (1939) que propuso la formación de ^{14}C de forma natural por la influencia de los rayos cósmicos en las capas superiores de la atmósfera. Desde 1939 hasta 1949, Libby se dedicó a probar los fundamentos para la técnica de fechamiento —que consisten en comprobar la distribución mundial homogénea de este isótopo en la atmósfera, dando una actividad contemporánea en la biósfera de ^{14}C —, y a demostrar que la actividad de ^{14}C es menor en restos orgánicos antiguos debido al decaimiento radioactivo de este compuesto (Taylor, 1987).

A partir de estos estudios pudo proponer la técnica cuyos principios básicos son los siguientes:

1. Hay una producción natural de ^{14}C a partir de la incidencia de los rayos cósmicos sobre el nitrógeno. Este ^{14}C producido se transforma rápidamente en CO_2 y se distribuye homogéneamente en la atmósfera.

* Laboratorio de Prospección Arqueológica, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

2. El CO_2 se incorpora a los tejidos de los seres vivos vía fotosíntesis. La concentración de ^{14}C se mantiene en equilibrio durante la vida del organismo.
3. Cuando el organismo se muere, ya no hay intercambio de ^{14}C con la atmósfera y comienza a perderse a una tasa determinada por la ley del decaimiento radiactivo sin que intervengan los factores ambientales que rodean al resto.

Por lo anterior, si nosotros sabemos el contenido de ^{14}C de un organismo vivo (A_0) y lo comparamos con el contenido de ^{14}C en un resto de un organismo (A), se tiene la tasa A/A_0 , y a partir de ella se puede determinar el número de años desde que ese resto murió y con ello su posible antigüedad (figura 1).

Esta técnica se aplica a materiales orgánicos como son: carbón vegetal, conchas, cenizas, piel, madera, sedimentos, suelos, cabellos, corales, textiles, huesos, papel, etcétera, que son más o menos comunes en contextos arqueológicos a nivel mundial (Fleming, 1976).

En teoría, de acuerdo con los principios básicos de método, si se encuentra un residuo orgánico, se mide su actividad de ^{14}C y se tiene la fecha del acontecimiento.

Sin embargo, un contexto arqueológico no es tan simple: el carbón puede encontrarse, pero es necesario determinar su asociación con el evento que se pretende fechar. Una vez tomada la muestra, con todas las precauciones necesarias para no contaminarla, se envía al laboratorio donde tiene que someterse a un tratamiento primero de limpieza y luego de transformación, para convertirla en una forma conveniente para la cuantificación del ^{14}C . Este proceso involucra comúnmente la transformación de todo el carbono de la muestra en CO_2 y a partir de ahí en una forma adecuada para su medición, que puede ser por centelleo líquido o por espectrometría de masas (Bowman, 1990).

Después de Libby, el método se ha encaminado a buscar la forma de emplear la menor cantidad de muestra posible, porque en muchos casos la cantidad de material del que puede disponerse es muy limitada.

Por ejemplo, el llamado Sudario de Turín es una de las piezas que estuvo por mucho tiempo como candidato a fechamiento debido a su importancia como reliquia religiosa. Se trata de un manto de lino (con una supuesta antigüedad de 2000 años antes del presente) que claramente fue empleado para envol-

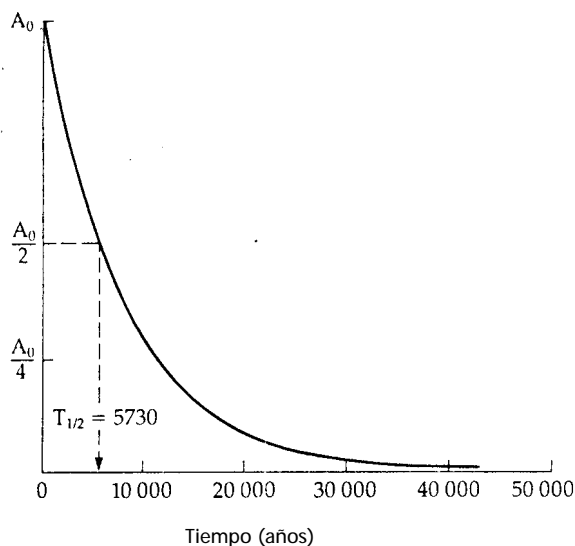


Figura 1. El decaimiento de un elemento radiactivo sigue la ley de decaimiento exponencial. La principal característica de este tipo de decaimiento es que el porcentaje de átomos radiactivos presentes en la muestra decrece en forma constante por unidad de tiempo. Después de una vida media, el número de átomos restantes corresponde a la mitad ($A_0/2$) del número de átomos inicial (A_0); después de otra vida media, el número de átomos es $A_0/4$. De esta forma, si se conoce la vida media de un elemento radiactivo y el número de átomos presentes en un material en su origen y en el momento de detección, es posible determinar el tiempo transcurrido desde que inició la pérdida de átomos por decaimiento radiactivo.

ver a un hombre con huellas evidentes de crucifixión. El manto mide $4\text{m} \times 1$. Con el método de Libby se requeriría cortar 40 cm^2 para poder hacer el fechamiento, con los métodos más recientes se puede fechar empleando un fragmento de 2 cm^2 (Carter, 1984).

Desde 1960, los principios básicos se han revisado y se ha encontrado que existen muchas desviaciones que han hecho necesaria la modificación de algunas de las fechas obtenidas en los primeros años. Algunas de estas desviaciones son debidas al fraccionamiento isotópico que se da por las diferencias en la incorporación de carbono en los tejidos vegetales; en otros casos, la homogeneidad de producción de ^{14}C tiene variaciones por cambios en el campo magnético terrestre y la incidencia de rayos cósmicos (Olsson, 1970).

A pesar de todos los detalles respecto a cuantificación y validez de los principios básicos, desde sus primeras aplicaciones, la técnica tuvo gran impacto en la arqueología pues sus principales aportaciones son:



1) escala temporal de aplicación mundial basada en una tasa fija;

2) referencia temporal común para Holoceno y Pleistoceno que significa la posibilidad de estudiar la prehistoria mundial trascendiendo fronteras locales, regionales y continentales;

3) sincronización de fenómenos.

Que ha tenido grandes repercusiones en el campo de la arqueología como son:

1) determinación del comienzo del último periodo interglacial, de la antigüedad de la agricultura, así como las cronologías de Mesoamérica y Europa Occidental.

2) incorporación de eventos en cronologías históricas

3) correlación de secuencias arqueológicas y ambientales

4) identificación de características arqueológicas en situaciones problemáticas

5) mejoramiento de métodos arqueológicos.

Que, en pocas palabras, implicó poner fin a largas especulaciones relacionadas con el orden cronológico de eventos, lo que significa dar el primer paso para la interpretación del pasado, el objetivo principal de la arqueología.

Referencias

- Bowman, S., *Radiocarbon Dating. Interpreting the Past Series*, University of California/British Museum, 1990.
- Carter, G., *Formation of the image on the Shroud of Turin by X-Rays: A New Hypothesis. In: Archaeological Chemistry III*, Lambert, S. ed., American Chemical Society, 1984, p. 425-446.
- Childe, V.G., *A short introduction to archaeology*, Collier books, New York, 1956, 125 p.
- Fleming, S., *Dating in Archaeology. A Guide to Scientific Techniques*, J.M. Dent & Sons, 1976.
- Michels, J.W., *Dating Methods in Archaeology*, Seminar Press, 1983.
- Mignon, M.R., *Dictionary of concepts in archaeology*, Greenwood Press, 1993, 364 p.
- Olsson I.U., *Radiocarbon Variations and Absolute Chronology*, Nobel Symposium 12, 1970.
- Taylor, R.E., Radiocarbon Dating. An Archaeological Perspective, en: *Archaeological Chemistry II*, Carter, G., ed., American Chemical Society 1978, p. 33-69.
- Taylor, R.E., *Radiocarbon Dating. An archaeological perspective*, Academic Press Inc., 1987, p. 86-90. ■