

puedan utilizarse diversos programas de calibración, todos ellos parecidos —es cierto— al emplear la misma curva de calibración como referencia pero distintos en el tratamiento de la probabilidad.

Pero no son estas posibles discrepancias las que plantean el principal escollo en la aplicación práctica de la calibración, sino el hecho de que la amplitud de los intervalos calibrados genera imprecisión y antigüedad en la resolución de problemas de cronología arqueológica. Por ello, los arqueólogos disponen de absoluta libertad para tratar la información de la manera que les parezca más oportuna, bien acortando los intervalos con criterios específicos bien agrupando las fechas estadísticamente semejantes para mejorar la resolución y, en definitiva, intentando extraer la máxima utilidad de los datos experimentales.

Bibliografía

BARD, et al. 1993

E. Bard, M. Arnold, R. G. Fairbanks, B. Hamelin, «Th-230-U-234 and C-14 ages obtained by mass spectrometry on corals», *Radiocarbon*, 35, 191-200.

BOWMAN, 1990

S. Bowman, «Radiocarbon Dating», British Museum Pub., Londres, 48.

STUIVER, REIMER 1993

M. Stuiver, P. Reimer, «Extended C-14 data base and revised Calib 3.0 C-14 age calibration program», *Radiocarbon*, 35, 215-230.

El C14 y la resolución de problemas arqueológicos. La conveniencia de una reflexión¹

Pedro V. Castro Martínez²

Rafael Micó Pérez³

La cronología absoluta de los materiales, contextos y de las entidades arqueológicas constituye todavía una asignatura pendiente. Esta afirmación puede sonar fuera de lugar a quienes consideran que, tras más de un siglo de uso, los métodos tradicionales de datación arqueológica gozan de suficiente fiabilidad. Éstos otorgan la dimensión temporal a los objetos y a sus asociaciones mediante una combinatoria de conexiones en la que intervienen analogías morfológicas (los célebres «paralelos» entre «fósiles directores» cronológicos), junto a valoraciones en términos de cronología relativa proporcionadas por registros estratigráficos o seriaciones tipológicas. Sin embargo, ni estratigrafías ni paralelos por sí solos conceden cronologías absolutas. Para ello, en última instancia, deben remitir a un referente calendárico universal. Desde el inicio de la práctica arqueológica como disciplina académica, esta seguridad ha sido prestada por las fuentes escritas referenciadas en un tiempo universal astronómico (léase básicamente las listas dinásticas y el calendario de las Olimpiadas). En otras palabras, la clave residía en los textos antiguos que mencionaban eventos astronómicos susceptibles de ser ubicados en algún momento del *continuum* de nuestro calendario. Lo dicho es plenamente aplicable a la prehistoria reciente del llamado Viejo Mundo (desde el neolítico hasta la edad del hierro) y, con matices, para otras épocas. Así, desde la adopción del calendario juliano y la creciente frecuencia de referencias escritas dentro de la tradición grecorromana, la ubicación cronológica de los restos arqueológicos gozó de mayores garantías, aunque, ya emplazados en el terreno de la historiografía, tales restos quedaron a menudo relegados al papel en imágenes ilustrativas de los textos. Por otra parte, la cronología de los periodos iniciales de la historia de la humanidad, sin posibilidad de engancharse con referencias escritas, siempre se apoyó

1. Este trabajo debe buena parte de su contenido a un trabajo colectivo desarrollado en el marco del *Proyecto Gatas*, así como a diversas iniciativas protagonizadas por miembros de este equipo de investigación. A todos ellos/as nuestro agradecimiento por habernos permitido plasmar en unas líneas lo que es fruto de una reflexión conjunta.

2. Departament d'Història de les Societats Pre-capitalistes i d'Antropologia Social. Universitat Autònoma de Barcelona.

3. Becario Postdoctoral CIRIT. Department of Archaeology. University of Reading (Reino Unido).

en los tiempos relativos de la geología o de la paleontología.

No obstante, durante las últimas décadas en el edificio que había albergado la cronología absoluta de la prehistoria reciente europea se ha ido comprobando la necesidad de hacer reformas. Las llamadas de atención en este sentido han llegado de diferentes direcciones. Por un lado, el propio método arqueohistoriográfico ha generado su autocrítica. La más contundente y clara ha sido enunciada recientemente por P. J. James y sus colaboradores en el libro *Centuries of Darkness* (1991). En esta obra se analizan los fundamentos de las cronologías cruzadas tradicionales, enfatizando su dependencia respecto a los listados dinásticos egipcios, así como la posible fragilidad de las conexiones entre éstos y los eventos astronómicos que les otorgan dimensión absoluta. En alusión al problema básico que motivó su estudio, las denominadas «Edades oscuras» definidas en la transición entre el II y el I milenio antes de Cristo en muchas áreas de Europa y del Próximo Oriente, James y su equipo señalan que son el resultado de errores de datación arqueológica y proponen su eliminación. Ello supondría en la práctica rebajar doscientos o trescientos años la cronología de las culturas y periodos arqueológicos de finales del II milenio hasta enlazar con las primeras entidades definidas ya en el primer milenio. Las críticas de James et al. han puesto en el candelero las posibles debilidades del método tradicional, pero no ofrecen una alternativa que permita superarlas satisfactoriamente, ya que la nueva cronología propuesta se sustenta también en el mismo sistema de analogías y referencias cruzadas.

La otra línea de crítica a los esquemas cronológicos tradicionales ha venido de la mano de la aplicación de métodos de datación absoluta y, fundamentalmente, del C14. Estos métodos se basan en el conocimiento de los ritmos de desintegración de determinados isótopos y en su medición en diversos tipos de muestras (materiales orgánicos, cerámica, rocas) o en los ciclos anuales de crecimiento de determinadas especies arbóreas (dendrocronología). De este modo, proporcionan una estimación en términos absolutos anuales sobre la edad de la muestra, cuyo fundamento es independiente en principio de consideraciones arqueológicas. Sin embargo, la utilización de las fechas obtenidas ha tenido una gran trascendencia arqueológica, puesto que su contribución al debate de determinadas problemáticas ha sido de tal magnitud que ha merecido el calificativo de «revolucionaria». La más célebre de estas aportaciones tuvo lugar a inicios de la década de los setenta, cuando, a la luz de las dataciones de C14 calibradas, se comprobó la mayor antigüedad del fenómeno megalítico y de la metalurgia europea respecto a sus hasta entonces admitidos precursores del Próximo Oriente (RENFREW 1973). El impacto fue tal que sin duda contribuyó a uno de los principales «cambios de paradigma» de la arqueología contemporánea: la quiebra del difusionismo tradicional y la irrupción del procesualismo autoctonista de la *New Archaeology*. A partir de entonces, se ha sucedido la crítica y remodelación de las cronologías tradicionales mediante el análisis de los registros radiocarbónicos, especialmente en lo que a la edad del bronce europea se refiere. No obstante, el uso arqueológico

de los métodos de cronología absoluta no ha venido acompañado por una reflexión propia de la arqueología sobre las repercusiones que tiene fechar elementos aislados e interpretar significados cronológicos de conjuntos de elementos asociados.

Aquí trataremos de mostrar las ventajas de la utilización de los métodos de datación absoluta y, en especial, del C14 calibrado dendrocronológicamente, sobre los procedimientos analógicos tradicionales. Un uso reflexivo de los primeros garantiza en la actualidad un mayor grado de fiabilidad a la hora de establecer las situaciones de sincronía y diacronía material (horizontes, fases, periodos), a partir de las cuales se realizan interpretaciones históricas desde la arqueología. Para ciertos periodos, como el paleolítico, su empleo se hace ineludible, siendo en este caso los procedimientos isotópicos del Uranio-Torio y del Potasio-Argón los más utilizados. No obstante, cuando nos adentramos en la Prehistoria reciente y cada vez más a medida que arribamos a los puertos aparentemente seguros de la historiografía, se observan numerosas reticencias a su adopción, a menudo motivadas por falta de información sobre las técnicas y, en otros casos, por lo incorrecto de ésta. En las páginas siguientes trataremos de sugerir posibles caminos a seguir para superar ambos problemas, desde la perspectiva de que el recurso a la cronometría isotópica debe estar regido por un razonamiento arqueológico, en función de problemas concretos de nuestra disciplina. Sin esta reflexión, centrada en una serie de puntos que repasaremos sucesivamente, pronto comprobaríamos que la cronometría, en sí misma, no aporta soluciones válidas.

La propuesta metodológica que resumiremos en este ensayo ha sido ya dada a conocer en diversos trabajos centrados en análisis a diferentes escalas espacio-temporales, como la «edad del bronce» europea (GONZÁLEZ MARCÉN, LULL y RISCH 1992), la prehistoria reciente de la Península Ibérica y Baleares en su marco global (CASTRO et al. e.p./a) o en análisis específicos a escala regional (CASTRO 1992, 1994, CASTRO, GONZÁLEZ MARCÉN y LULL e.p., CASTRO, MICÓ y SANAHUJA e.p., CASTRO et al. e.p./b; GILI, LULL y RIHUETE e.p., GONZÁLEZ MARCÉN 1991), así como en los periodos iniciales de la Edad del Bronce en el Egeo (MONTÓN 1993). Además de estas obras de síntesis, la apuesta por la cronometría isotópica se está plasmando en la labor de investigación sobre el yacimiento prehistórico de Gatas (Turre, Almería) (CASTRO et al. e.p./c), para el cual se dispone en la actualidad de una serie compuesta por casi cincuenta dataciones.

1. Los principios de la datación por C14: ¿de qué se trata?⁴

El método de datación por C14 se basa en una serie de principios y procesos físico-químicos naturales que

4. Pueden encontrarse descripciones más detalladas de las premisas teóricas y los medios instrumentales de la datación por C14 en Gillespie (1986), Aitken (1990), Bowman (1990), así como en las contribuciones de J. Mestres y F. Alonso incluidas en este volumen.

han sido establecidos científicamente. El C14 es un isótopo radiactivo e inestable del carbono, presente en la atmósfera en forma de dióxido de carbono como resultado de la acción de las radiaciones cósmicas en el N14. Aunque en muy bajas cantidades, el C14 se distribuye por toda la cadena trófica, siendo asimilado por los seres vivos. Tras la muerte de éstos, se inicia un proceso mediante el cual la cantidad de C14 en cada organismo experimenta una paulatina desintegración, durante la cual se liberan partículas beta conforme a una tasa conocida. Esta tasa, designada como «vida media», es constante y señala que cada 5730 años se desintegrará la mitad de los átomos de C14 originalmente presentes en una muestra.

Así pues, el principio básico del sistema de datación reside en cuantificar el número de átomos que quedan en una muestra, para poder calcular cuánto tiempo ha debido transcurrir desde que el número inicial de átomos de C14, que se presupone equivalente al valor actual, comenzó a desintegrarse según la tasa de vida media. El recuento de las partículas beta que señalan la desintegración del isótopo se realiza en el laboratorio durante un tiempo limitado. Dado que la desintegración de un átomo concreto de C14 en ese periodo de tiempo constituye un fenómeno aleatorio, la cuantificación está sujeta a un error estadístico. Por tal motivo, las fechas de C14 proporcionadas por el laboratorio se expresan en forma de una distribución normal con un valor medio (x) y una desviación-tipo (S) que señala el 68,26% de posibilidades de que el valor real se encuentre entre los límites del intervalo demarcado de esta manera (1 sigma). Se trata de valores consensuados de la edad de la muestra en referencia al año 1950 y a una vida media de 5.658 años, en homenaje a W. Libby que desarrolló el procedimiento, aunque no correspondan a la edad real del radiocarbono. A estos resultados se les denomina dataciones «convencionales» por esta razón y porque finalmente se ha podido precisar un desajuste entre la edad del radiocarbono y las fechas de calendario.

El principal problema que afecta al método estriba en que uno de los términos de la ecuación, la cantidad de C14 inicial en la atmósfera y, por ende, en cada organismo, ha sufrido variaciones a lo largo del tiempo, principalmente como consecuencia de cambios en la intensidad de la radiación cósmica que ha recibido el planeta. Por tal motivo, resulta preciso corregir las estimaciones convencionales, expresadas en «años radiocarbónicos», a fin de convertirlas en «años de calendario». La solución al problema de la «calibración» de las fechas de C14 ha venido de la mano de la dendrocronología. Gracias a la obtención de una secuencia milenaria de anillos arbóreos de crecimiento anual y su subsiguiente datación por C14, se ha llegado a elaborar una curva que refleja las fluctuaciones en la cantidad de C14 atmosférico a lo largo de este periodo de tiempo, posibilitando por tanto la conversión deseada a años calendáricos. Dicha curva, unánimemente aceptada, recibe el nombre de «alta precisión» y, tras su última actualización,⁵ permite calibrar

dataciones hasta unos 10.000 años antes del presente. Los resultados de la calibración se pueden obtener mediante un sencillo programa de ordenador que recibe el nombre de *Calib* y que proporciona la Universidad de Washington (STUIVER y REIMER 1993). Los resultados de la calibración dendro-cronológica ofrecen intervalos de probabilidad correspondientes a 1 (68,26%) o a 2 sigmas (95%). Sin embargo, conviene indicar que en este caso estos intervalos no se ajustan a una distribución normal, sino que los momentos de máxima o mínima probabilidad se ubican de manera desigual en su interior, conforme a las propias sinuosidades de la curva de referencia.

En lo que respecta al tema de la presentación de los resultados, los laboratorios asignan a cada fecha un código de identificación alfanumérico que acompaña el valor cronológico en términos de años de radiocarbono antes del presente. A partir de ahí, cada investigador/a puede optar por hacer uso del equivalente de tales valores antes de Cristo o bien manejar fechas calibradas. La terminología que permite indicar cuál de estas opciones se ha adoptado en cada caso no está exenta de problemas. La solución más extendida consiste en utilizar las siglas inglesas bp (*before present*) o bc (*before Christ*) en referencia a valores convencionales antes del presente o antes de Cristo respectivamente. Si nos movemos en cronologías calibradas, lo usual es emplear siglas mayúsculas BP o BC, anteponiendo la indicación «cal». Por nuestra parte, hemos optado desde hace varios años por un sistema terminológico con un mayor número de variantes, en respuesta a los diferentes «tiempos» que se utilizan en los estudios arqueológicos (CASTRO 1992: 32):

— ane/dne: fecha «antes de nuestra era/de nuestra era» según la cronología radiométrica convencional basada en la vida media del C14 y establecida en 5568 años (valor Libby).

— cal ANE/DNE: fecha «antes de nuestra era/de nuestra era» según la cronología radiométrica calibrada dendrocronológicamente u otros procedimientos físico-químicos como la termoluminiscencia, que proporcionan directamente valores en años solares.

— arq ANE/DNE: fecha «antes de nuestra era/de nuestra era» según la metodología arqueológica convencional fundada en paralelos tipológicos.

— ANE/DNE: fecha «antes de nuestra era/de nuestra era» según las fechas historiográficas de los textos antiguos que han sido adaptadas a nuestro calendario.

No hay duda que la homologación terminológica resultaría beneficiosa en aras de la claridad de la divulgación. Sin embargo, ante el hecho consumado de la existencia de diferentes opciones terminológicas, la única recomendación aconsejable es que se expliciten en cada caso los criterios de presentación de la información y el contenido informativo a que hacen referencia.

De todo el proceso para la obtención de una datación de C14, que acabamos de exponer de manera muy simplificada, es preciso enfatizar dos aspectos principales. El primero es que tras casi medio siglo de práctica desde la invención del método, éste se halla plenamente contrastado en cuanto a sus premisas teóricas y a sus medios instrumentales. En este sentido,

5. La primera versión de la curva apareció en la revista *Radiocarbon* en 1986, y su actualización corresponde al año 1993.

los avances que hayan de producirse se encaminarán a lograr mayor precisión en los cálculos de la edad de la muestra. El segundo reside en afirmar la necesidad de calibrar todas las dataciones convencionales como única forma de obtener una escala cronométrica acorde con nuestro calendario y, por tanto, útil para establecer comparaciones en tiempo real.

2. Distintos tipos de muestras: ¿qué datar?

El método de datación por C14 sólo es aplicable sobre muestras de material orgánico. Afortunadamente, éste se encuentra a menudo en las excavaciones arqueológicas, casi siempre en forma de fragmentos de carbón vegetal, restos de semillas, huesos o conchas marinas. Cada uno de estos materiales presenta características y problemas específicos, que fundamentalmente giran en torno a su variable capacidad para asimilar el C14 en vida y a las repercusiones a nivel interpretativo que de ello se derivan.

En primer lugar, comencemos con la recomendación de evitar datar conchas, puesto que constituyen el material más propenso a experimentar distorsiones en cuanto a la absorción del C14 y también el más sujeto a procesos de contaminación de difícil corrección en el laboratorio. En lo que respecta a los demás tipos de muestra, se dividen en dos tipos, de «vida larga» o de «vida corta», atendiendo a la proximidad entre el valor de la fecha obtenida y el momento en que se produjo la muerte del organismo. El carbón vegetal constituye el ejemplo más claro de muestras de «vida larga», ya que en el caso de árboles centenarios la datación sólo reflejará el momento de muerte de la planta y su aprovechamiento humano (por ejemplo, cuando fue talado para ser utilizado como viga) si la muestra procede de la corteza o, a lo sumo, de los últimos anillos de crecimiento. Si, por contra, se datan anillos del núcleo del tronco, donde la absorción de C14 cesó mucho tiempo atrás, tan sólo estaremos constatando un episodio biológico cuya valoración arqueológica siempre resultará incierta. En suma, al utilizar dataciones procedentes de muestras de vida larga siempre habrá que tener en cuenta la posibilidad de que estén señalando eventos anteriores a las manifestaciones arqueológicas asociadas.

Por otro lado, las muestras de vida corta son aquellas en las que media poco tiempo entre el proceso de absorción isotópica y el comienzo de su desintegración. El ejemplo más característico es el de las semillas o frutos, dada la brevedad de su ciclo vital. Este es el tipo de muestras que proporciona resultados más precisos en relación a los materiales arqueológicos que se pretende datar.

Como síntesis de este apartado, hay que retener la importancia del tipo de muestras seleccionadas en la excavación arqueológica, sabiendo que cada una de ellas ofrecerá una precisión cronométrica distinta. Además, conviene tener presente una afirmación que puede resultar de perogrullo, pero que en muchas ocasiones no parece haber sido asimilada: siempre se datan muestras, no los conjuntos artefactuales del pasado a cuya investigación nos dedicamos (desde

unidades habitacionales o funerarias en un yacimiento a entidades de significación global como cultura, periodo o *facies*). El resultado de la analítica que ofrecerán los laboratorios de radiocarbono se limitará a determinar la edad de un fragmento de materia orgánica. A partir de aquí la responsabilidad en el uso de las dataciones recaerá en quienes efectúen la interpretación arqueológica. Así pues, resulta primordial una teoría arqueológica que dé cuenta de las relaciones entre la muestra datada y los conjuntos materiales que se pretende datar, con el fin de estar en condiciones de efectuar una correcta lectura y utilización de las fechas absolutas. En el siguiente punto nos ocuparemos de esta cuestión crucial.

3. La necesidad de una significación arqueológica de las dataciones: ¿qué data la fecha?

Parte de la desconfianza o del rechazo mostrado por muchos arqueólogos/as respecto a la utilización de métodos absolutos de datación se deriva de la controversia generada por fechas consideradas «anómalas» o incluso «aberrantes» respecto a los valores esperados según los esquemas cronológicos al uso. Las fuentes de error en cuanto al cálculo de la edad de una muestra pueden ser de distinta índole, desde la contaminación de la misma previamente a su extracción o durante su manipulación, hasta errores registrados en los aparatos de medición del laboratorio. Frente a estos peligros, hay que oponer un extremo cuidado en la toma de muestras que evite la mezcla con materia orgánica actual, así como un estricto control entre laboratorios que garantice la precisión de sus instrumentos de medición.

Sin embargo, las controversias que más negativamente han incidido en la aceptación arqueológica de la cronometría isotópica han tenido por objeto fechas en principio metodológicamente/científicamente válidas en cuanto a su cálculo y que han sido rechazadas por desavenencias con las cronologías arqueológicas establecidas. Muchos de estos problemas no lo serían tanto si se tuviese en cuenta la naturaleza del contexto arqueológico de donde procede la muestra datada. En contextos habitacionales (fig. 1), puede sorprender que una datación obtenida a partir de carbones recogidos en un nivel estratigráficamente superior sea anterior a otra de semillas o huesos procedente de un nivel infrayacente. Este hecho sorprenderá más si la excavación se ha llevado a cabo siguiendo el sistema de extracción de capas artificiales de un determinado grosor, en el cual se prioriza más la profundidad de los sucesivos hallazgos que la significación de los contextos arqueológicos. La aparente paradoja queda explicada si tenemos en cuenta que la primera de las muestras formó parte de un tronco utilizado como viga de sustentación de la unidad habitacional y que, por ello, data el momento de construcción de la misma o, más exactamente, el evento cronológicamente anterior que supuso la tala del árbol correspondiente. Como se puede prever, se registraría su presencia en un nivel de derrumbe por encima de los suelos de habitación. A su vez, las semillas halladas en un contenedor del



Figura 1.

nivel inferior o los restos de la última combustión en un hogar datarían con precisión el momento final de ocupación del piso y, por tanto, indican un momento más reciente que la anterior, aunque de su posición estratigráfica pudiera inferirse lo contrario en una lectura geológica simple.

Otro ejemplo emblemático en torno a la problemática interpretación arqueológica de las dataciones absolutas lo proporciona la fechación de los sepulcros megalíticos (fig. 2). Dada la habitual escasez de

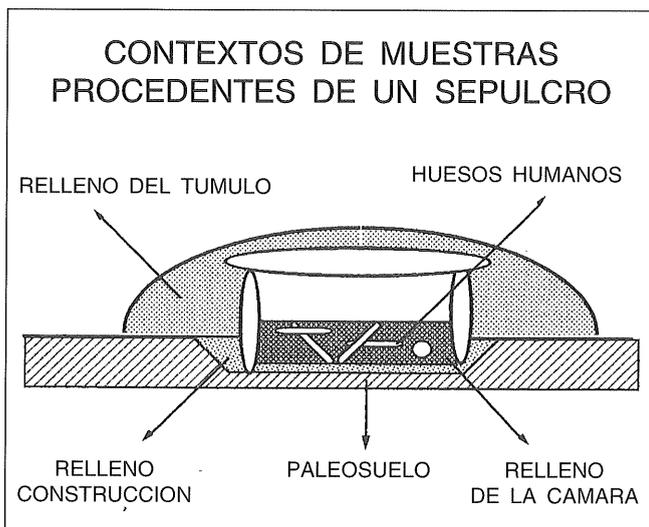


Figura 2.

estructuras de sustentación en madera, a partir de las cuales sería posible apuntar el momento de construcción del sepulcro, normalmente se tiende a recoger muestras de carbón del paleosuelo sobre el cual se edificó el monumento, con vistas a la determinación de dicho momento. Sin embargo, conviene no olvidar que la datación del paleosuelo no fecha forzosamente

el evento constructivo, sino un episodio natural (la formación del paleosuelo) que aconteció en un momento indeterminado con anterioridad a aquél. Por tanto, se trata de dataciones siempre sujetas a crítica, cuya asunción generalizada podría llevar a datar el inicio del fenómeno megalítico con anterioridad a su comienzo real. Lo más adecuado en este caso consistiría en enviar al laboratorio muestras óseas de los propios esqueletos inhumados, a partir de las cuales se dataría inequívocamente el periodo de utilización del sepulcro en cuestión.

De los comentarios anteriores resulta evidente la necesidad de seleccionar las muestras teniendo en cuenta la significación de los contextos arqueológicos que nos proponemos datar. Si no lo hacemos así, nos exponemos a sorpresas desagradables que podrían conducir precipitadamente a descartar *per se* el método de datación. Es preciso que la comunidad arqueológica tome conciencia de esta necesidad, ya que ante una fecha que se antoje anómala, el o la responsable del laboratorio difícilmente podrá dar solución a un problema que sólo compete a quien realiza la excavación y selecciona las muestras. De la misma manera, también está claro que el incremento de dataciones no garantiza la respuesta a interrogantes tan corrientes como puede ser el establecimiento del periodo de ocupación de un yacimiento o bien la cronología de sus diferentes fases de ocupación. Así pues, reiteramos de nuevo la necesidad de una reflexión arqueológica sobre la significación de los restos materiales. Sólo una vez efectuada ésta y delimitados los problemas concretos, la cronometría estará en condiciones de aportar elementos decisivos de clarificación.

4. La utilización arqueológica de las dataciones de C14: ¿cómo utilizar las fechas?

Entre los problemas del uso arqueológico de las dataciones radiométricas no cabe duda que uno de los más evidentes es el propio acceso a la información sobre las mismas. No se puede dejar pasar la oportunidad sin hacer un llamamiento para la publicación completa de los resultados: «matrícula» o código de identificación del laboratorio, valor y desviación tipo, señalando en cada caso si se hace referencia a una datación convencional o calibrada y también si es antes de Cristo o antes del presente, convencionalmente fijado en 1950.

Sin embargo, quizás el ámbito de problemas a los que debería hacer frente con mayor contundencia la investigación arqueológica es la lectura sesgada de las dataciones. Tomar el valor central de una datación convencional y considerarlo representativo del estrato, del yacimiento o de todo un periodo supone redimensionar una analítica por encima de sus posibilidades. Si obramos de este modo, no utilizamos sistemáticamente el C14, simplemente lo utilizamos para «ilustrar» los conjuntos materiales, como si de otro material se tratase (y eso si la fecha ha pasado la criba de su «adecuación» a lo esperado).

Resolver estos problemas pasa por adoptar una actitud investigadora que exija la convergencia de

análisis de diversas disciplinas en la dirección que se podría esperar de los estudios arqueológicos, es decir en el camino de proporcionar una base reflexionada para las interpretaciones históricas, aunque éstas se efectúen al amparo de la demarcación académica de la prehistoria.

Un programa sistemático de toma de muestras y la obtención de series amplias de dataciones calibradas correctamente contextualizadas permitirán otorgar fechas precisas a los conjuntos arqueológicos y abrir un camino a la operatividad de las cronometrías en la investigación histórica. No cabe duda de que con ello obtendremos una base empírica operativa para efectuar diversas evaluaciones analíticas de resultados que eleven a otro nivel las posibilidades de lectura. Ya no se trata sólo de fechar objetos, sino de fechar contextos arqueológicos de los que podremos proponer una interpretación. A su vez, éstos contextos deberán cobrar otro valor en el marco de entidades asociativas (las «culturas arqueológicas» si se quiere).

La posibilidad de manejar series de fechas amplias, sin embargo, no elimina un problema intrínseco a los propios resultados de la analítica, aunque constituye la única vía posible de minimizarlo. Como ya se ha señalado, las dataciones calibradas de las fechas de C14 se presentan en forma de intervalos de probabilidad (1 o 2 sigmas) que podrían dificultar lecturas ajustadas si se tienen en cuenta individualmente cada una de las fechas. En primer lugar, los intervalos de probabilidad tienden a mostrar una amplitud que excede el lapso donde podría ubicarse la máxima probabilidad de una medición, con lo que las fechas se «dispersan» en amplios lapsos temporales que podrían desanimar a quien intentara efectuar una interpretación basada en las mismas. En segundo lugar, el propio procedimiento de presentación de resultados en forma de intervalos impide manejar un punto de referencia cronológica «centrado», necesario para efectuar comparaciones de anterioridad-posterioridad, puesto que la amplitud del rango suele conllevar solapamientos que anulan las distancias. Ante esta situación, parece aconsejable buscar una alternativa, que debería situarse en otro camino del análisis estadístico. En este sentido, proponemos una búsqueda de valores centrales que sirva para articular los resultados de las series en una fuente informativa efectivamente resolutive.

Nuestra propuesta parte de utilizar el valor central del intervalo de probabilidad de la calibración a 1 sigma como referente de comparación. Esta propuesta conlleva un incremento del riesgo estadístico asumido, puesto que la probabilidad de dicho valor central no tiene por qué coincidir con el valor modal de la distribución de valores de las fechas calibradas, ni tampoco contempla la amplitud del rango del intervalo de probabilidad, perdiendo, por lo tanto, capacidad de matizar en su máxima expresión el análisis individualizado de cada muestra. Sin embargo, como ya señalamos, no será la particularidad de una fecha la que proporcione significado al análisis cronométrico, sino que deberá ser el ajuste de series amplias lo que otorgará peso a la lectura cronológica de las cronometrías radiométricas (de un contexto, de un yacimiento, de una categoría taxonómica o de una entidad tipo «cultura arqueológica»). Al evaluar el

significado de las series de fechas considerando los valores centrales, será posible proceder a situar en el tiempo los fenómenos arqueológicos y a asentar a partir de esa base las lecturas históricas. El riesgo estadístico asumido en la fecha correspondiente a cada muestra datada se verá considerablemente reducido al evaluar el conjunto de la serie.

En la misma dirección de redimensionar la lectura cronométrica desde la arqueología, resulta conveniente reflexionar también sobre el significado de las series de dataciones. No resulta inusual efectuar lecturas basadas en el *floruit* de una serie, de manera que se concibe que el tiempo de una manifestación arqueológica corresponde a sus valores centrales. Esta lectura mecánica de la concentración de dataciones, sin embargo, no parece útil a la hora de comprender la dinámica temporal de los restos materiales. No creemos conveniente «mezclar» tipos de muestras y de contextos al efectuar una interpretación cronométrica. Por el contrario, parece necesario proceder a disociar aquellas muestras que podríamos poner en relación con eventos de intensa actividad social vinculada a situaciones de cambio generalizado (momentos de asentamiento y construcción de edificaciones, cambios urbanísticos, momentos de abandono de lugares de habitación) de aquéllas vinculadas a acontecimientos cotidianos que no conllevan una transformación global de la expresión material de una sociedad (vertederos, reposición de herramientas de trabajo, enterramientos). En el primer caso, una concentración estadísticamente significativa de dataciones vinculadas a construcción y/o abandono, podrá ser leída en términos de inflexiones históricas relevantes. En el segundo caso, cabe esperar que las dataciones de los fenómenos ligados a actividades de ritmo continuado tenderán a ubicarse entre las inflexiones demarcadas por los grandes eventos de ocupación y/o abandono. Para el primer marco de lecturas cronológicas parece aconsejable recurrir a fechas obtenidas de muestras procedentes de estructuras constructivas (maderas de elementos de sustentación) o de muestras que indiquen el abandono de una ocupación (semillas en almacenes, combustible en hogares). En cambio, el ámbito de los contextos funerarios puede considerarse la mejor referencia de actividad normalizada de un asentamiento estable (paradójicamente, los contextos ligados a la muerte ilustran el transcurso de la vida).

Un análisis como el que proponemos permitirá establecer aquellos momentos temporales relevantes para una lectura histórica y delimitar «fases» en una determinada comunidad. Las distribuciones de frecuencias de valores centrales de dataciones calibradas dendrocronológicamente constituyen la base analítica operativa para este tipo de aproximación. No obstante, para efectuar comparaciones entre series correspondientes a fenómenos-entidades arqueológicas diferenciadas y establecer su sincronía-diacronía, creemos que resulta aconsejable proceder desde otra perspectiva. En este caso, lo que interesa es establecer la amplitud y la estructura del intervalo temporal correspondiente a la serie. Así, la aproximación más útil es la descripción de la estructura percentilica de la serie, con la que podremos ubicar con un elevado grado de confianza la máxima duración aceptable, si tomamos en con-

sideración el rango interdecílico. Éste además nos permite descartar un 20% de dataciones situadas en los extremos que podrían introducir errores de apreciación derivados de posibles resultados anómalos y «centrar» el intervalo del 80% de fechas restante, matizando igualmente donde se ubican otras concentraciones porcentuales (rango intercuartílico, mediana). Con ello será posible delimitar etapas de sincronía de entidades con momentos de inicio-final distintos, o identificar aquellas entidades coetáneas en toda su duración, y proponer sobre esa base interpretaciones acerca de las relaciones que pudieron mantener las comunidades que generaron la fenomenología arqueológica analizada.

Buscando pasar una página

La exposición anterior ha tenido como uno de sus objetivos el mostrar la conveniencia de adoptar plenamente los métodos independientes de datación absoluta. En especial, nos hemos centrado en la alternativa que supone el uso reflexivo de amplias series de dataciones de C14 calibradas dendro-cronológicamente. Para finalizar, quisiéramos aprovechar las últimas líneas para subrayar las ventajas que esta alternativa tiene sobre las metodologías cronológicas tradicionales.

En primer lugar, la cronometría del radiocarbono tiene la capacidad de afinar sus resultados y de ir reduciendo paulatinamente los márgenes de error. Ello se consigue, por un lado, mediante la aplicación de programas sistemáticos de datación que impliquen el aumento del tamaño de las series de fechas y, en consecuencia, el reforzamiento de las tendencias estadísticamente significativas. Además, hay que tener en cuenta que el incremento del tiempo de contaje por parte del laboratorio puede reducir de por sí apreciablemente los márgenes de error de la fecha convencional. Por otro lado, el afinamiento y mejora de la curva de calibración dendrocronológica el C14 será capaz de proporcionar resultados cada vez más precisos.

La automejora de que es capaz la cronometría radiocarbónica no es aplicable a los métodos cronotipológicos tradicionales. Éstos, por contra, pierden precisión a medida que se incrementa el número de paralelos establecidos en más o más lejanos yacimientos respecto a la referencia historiográfica original. Ello es así porque todos los paralelos secundarios, terciarios, etc. dependerán en última instancia del primero o del más claro, a partir del cual la seguridad en otros contextos irá descendiendo.

En síntesis, la independencia del C14 calibrado respecto a las manifestaciones materiales que data permite su autocorrección, puesto que el referente frente al que se corrige es externo a él, natural y astronómico: el ciclo natural del C14 y sus variaciones a lo largo de una escala de tiempo absoluto y los ciclos de crecimiento anual de los árboles. En cambio, la cronotipología no puede desvincularse de las manifestaciones que data, porque el referente de este sistema se halla en su interior: la datación de un objeto depende de otro y así sucesivamente, hasta que uno de ellos es

designado desde un texto. Así, mientras que el método del C14 posee una teoría cobertora, todavía no se ha enunciado en arqueología una teoría similar que dé cuenta de las relaciones entre el texto (significante escrito) y el fósil-director que constituye su referente. Si buscásemos esta teoría en otras disciplinas, resultaría obligado dirigirse a la lingüística. Sin embargo, no parece que tras la crítica postestructuralista a los trabajos fundacionales de Saussure haya esperanzas de establecer relaciones inequívocas entre significante (texto) y significado (fósil director cronológico) y, con ello, se desvanece la posibilidad de fundar las bases para una cronometría *absoluta*.

Esta *indeterminación* cronométrica que acompaña a la conexión texto-contexto arqueológico-fósil director resulta fácilmente ejemplificable. Imaginemos que en una tumba aparece un objeto con la cartela de un faraón egipcio. Desde la perspectiva cronométrica tradicional, se trataría de un hecho afortunado que a buen seguro colmaría las expectativas habituales de precisión temporal: sabiendo que dicho faraón reinó entre tal y tal año, ya tenemos la referencia cronométrica para la tumba en cuestión. No pretendemos aguar la celebración al ufano descubridor/a, pero la enumeración de los factores que pueden distorsionar dicha ecuación resulta, cuando menos, inquietante. En primer lugar, difícilmente sabremos si el objeto fue fabricado al inicio o al final del reinado del faraón citado. A este respecto, vale la pena señalar que si éste se hubiera prolongado entre 35 o 40 años, nos moveríamos ya dentro del margen de error que puede conseguirse en dataciones de C14 convencionales (± 18 o 20 años). En segundo lugar, el objeto podría ser una copia o imitación fabricada tiempo después del reinado de dicho faraón. En esta ocasión, volveríamos a estar en dificultades para determinar este desfase temporal. El asunto se complica si resulta que nuestro objeto egipcio formó parte originariamente del ajuar depositado en una tumba en el país del Nilo, tumba que fue saqueada posteriormente y, sus contenidos, objeto de comercio o intercambio. De esta forma, tendríamos de nuevo una dosis de incertidumbre cronométrica, tanto más elevada si ignoramos los mecanismos de dicho comercio y, obviamente, el tiempo implicado en el transporte del objeto (importación directa, intercambio de mano en mano, etc.). Una vez llegado el objeto a destino, la incertidumbre a que nos venimos refiriendo no cesa, ya que pudo haber sido transmitido de generación en generación en calidad de bien valioso o preciado, hasta que finalmente fuese amortizado como ajuar funerario.

En suma, hemos relatado algunas de las peripecias por las que pudo haber pasado un fósil director, sabiendo que no hemos dado rienda suelta a la imaginación y que, además, en muchos casos la realidad puede superar a la ficción. Con ello quisiéramos remarcar la dificultad de controlar el error potencial inherente al método cronométrico tradicional. Llevaría mucho tiempo y esfuerzo conseguir descartar con argumentos arqueológicos sólidos tan sólo una de las fuentes posibles de desfase temporal que hemos expuesto. Únicamente *asumiendo* que la fabricación, transporte y deposición del objeto constituyese un proceso lineal y extremadamente rápido

gozaríamos de cierta fiabilidad, pero, ¿cómo saberlo? ¿a qué principio o ley acudir (¿arqueológica? ¿textual?)? Pensemos en cambio en las posibilidades del radiocarbono para controlar la incertidumbre cronométrica (aumento del tiempo de conteo, incremento de las series de fechas, afinamiento de la curva de calibración), a la hora de decantarnos por una u otra opción.

Otra de las razones que inclinan la balanza del lado del radiocarbono es su universalidad, propiedad que contrasta con el localismo cronohistoriográfico. El C14 se basa en una realidad física, la desintegración regular de un isótopo, conectada con una causalidad cósmica (la producción de C14) y, por tanto, de alcance planetario.⁶ De este modo, dos fechas de C14 pueden ser comparadas en la misma escala absoluta y, por consiguiente, los materiales arqueológicos asociados a ambas, aunque entre éstos no medie similitud alguna. Ello abre la posibilidad, como así ha sido, de comparar en planos de sincronía las secuencias de desarrollo social del Viejo y del Nuevo Mundo, empresa irrealizable con visos de fiabilidad si no dispusiésemos del C14.

En cambio, como apuntábamos anteriormente, el método crono-historiográfico posee forzosamente un radio de acción local, en tanto en cuanto sólo es aplicable al contexto arqueológico donde aparece el fósil director que permite conectar con la referencia historiográfica. Dado que no todos los contextos excavados poseen fósiles directores de calidad, se explica el recurso a la búsqueda de analogías más vagas o de «proximidad estratigráfica» a la hora de dar dimensión temporal a los hallazgos.

No queríamos concluir dejando abierta una lectura de confrontación entre quienes utilizan un sistema de cronología independiente y quienes mantienen modos de fechar cronohistoriográficos. El problema que arrastra la demarcación cronológica en arqueología va más allá del uso o no de técnicas analíticas sofisticadas. Si se pasan a utilizar dataciones aisladas como fósiles directores y las lecturas se basan en los mismos principios que la arqueología tradicional (un elemento identifica a un contexto, un fósil-director identifica un tiempo, una fecha cronométrica «fecha» una asociación de fósiles-directores), mantendremos la incertidumbre y seguiremos restringiendo la discusión a la individualidad (los problemas de aquella datación, el carácter anómalo de aquella muestra). Solamente procediendo a una sistemática exclusión de todos aquellos resultados que pudieran implicar problemas ajenos a la lectura arqueológica (laboratorio, muestra), obteniendo series amplias que desplacen a su lugar la discusión de las particularidades y efectuando interpretaciones basadas en la cualificación de las muestras, contextos y resultados y en su asociación en agrupaciones relevantes, podremos pasar a otro capítulo en los estudios arqueológicos.

6. Pese a que las curvas de calibración disponibles se han obtenido a partir de mediciones efectuadas sobre maderas del hemisferio norte, no hay razón para pensar que el método pueda ser válido para muestras procedentes de cualquier parte del planeta. Si se diese la circunstancia de que en el hemisferio sur la producción, distribución o absorción de C14 fuese diferente, el propio método podría dar respuesta a esta novedad.

Una vez afrontada esta empresa y, en palabras de Vicente Lull, «liberados» los objetos arqueológicos (y fundamentalmente los fósiles directores) de la carga que supone en su papel hasta ahora obligado como denotadores cronométricos, y los arqueólogos/as, de las áridas discusiones cronotipológicas, podríamos dedicar nuestras energías a cuestiones más fecundas, como por ejemplo, la investigación de la significación social, económica y política de los objetos.

Bibliografía

AITKEN 1990

Aitken, M. J. (1990), *Science-based Dating in Archaeology*. Longman, Londres.

BOWMAN 1990

Bowman, S. (1990), *Radiocarbon Dating*. British Museum, Londres.

CASTRO 1992

Castro, P. V. (1992), *La Península Ibérica entre 1600-900 antes de nuestra era*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, tesis doctorals-microfitxa.

CASTRO 1994

Castro, P. V. (1994), *La sociedad de los Campos de Urnas en el Nordeste de la Península Ibérica. La necrópolis de El Calvari (El Molar, Priorat, Tarragona)*. British Archaeological Reports, International series, Tempus Reparatum, Oxford.

CASTRO et al. (e.p./c)

Castro, P. V.; Colomer, E.; Chapman, R. W.; Gili, S.; González Marcén, P.; Lull, V.; Micó, R.; Montón, S. y Rihuete, C.; Risch, R.; Ruiz Parra, M.; Sanahuja Yll, M.^a E.; Tenas, M. y Van Strydonck, M. (e.p./c), «La serie radiocarbónica de Gatas (Turre, Almería). Diacronía y faseificación del depósito arqueológico», *Anuario Arqueológico de Andalucía, 1992*.

CASTRO et al. (e.p./c)

Castro, P. V.; Gili, S.; González Marcén, P.; Lull, V.; Micó, R. y Rihuete, C. (e.p./b), «Cronología de las Islas Baleares desde los inicios del poblamiento humano hasta el cambio de era. La aportación de las dataciones radiocarbónicas», *Meloussa*.

CASTRO et al. (e.p.)

Castro, P. V.; González Marcén, P. y Lull, V. (e.p.), «Cronología y tiempo de los grupos arqueológicos en el Sudeste de la Península ibérica (c. 3000-1000 cal ANE)», *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, e.p.

CASTRO et al. (e.p./a)

Castro, P. V.; Lull, V. y Micó, R. (e.p./a), *Cronología de la Prehistoria reciente de la Península Ibérica y Baleares (c. 2800-900 cal ANE)*.

CASTRO et al. (e.p.)

Castro, P. V.; Micó, R. y Sanahuja Yll, M.^a E. (e.p.), «Economía. Estratègies productives entre el VIIIè

mil·lenni i el segle VII abans de la nostra era», AA.VV., *Història, societat i cultura dels Països Catalans*. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

GILI-LULL-RIHUETE (e.p.)

Gili, S.; Lull, V. y Rihuete, C. (e.p.), «Economia i Societat durant la Prehistòria a les Illes Balears», AA.VV., *Història, societat i cultura dels Països Catalans*. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

GILLESPIE 1986

Gillespie, R. (1986), *Radiocarbon User's Handbook*. Committee for Archaeology-Monograph, 9. Oxford University, Oxford.

GONZÁLEZ MARCÉN 1991

González Marcén, P. (1991), *Cronología del Grupo Argárico. Ensayo de falsificación radiométrica a partir de la curva de calibración de Alta Precisión*, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, tesis doctorals-microfitxa.

GONZÁLEZ MARCÉN (e.p.)

González Marcén, P. (e.p.), «Cronología del grupo argárico», *Revista d'Arqueologia de Ponent*. e.p.

GONZÁLEZ MARCÉN-LULL-RISCH 1992

González Marcén, P.; Lull, V. y Risch, R. (1992), *Arqueología de Europa, 2250-1200 A.C. Una introducción a la 'edad del bronce'*. Síntesis, Madrid.

JAMES-THORPE-KOKKINOS-MORKOT-FRANKISH 1991

James, P. J.; Thorpe, I. J.; Kokkinos, N.; Morkot, R. y Frankish, J. A. (1991), *Centuries of Darkness. A challenge to the conventional chronology of Old World Archaeology*, Jonathan Cape, Londres (trad. cast. (1992) *Siglos de oscuridad. Desafío a la cronología convencional de la arqueología del Viejo Mundo*. Crítica, Barcelona).

MONTÓN 1993

Montón, S. (1993), *Cerámica de las comunidades griegas (c. 2600-1650 cal ANE)*, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, tesis doctorals-microfitxa.

RENFREW 1973

Renfrew, C. (1973), *Before Civilisation*. Jonathan Cape, Londres (trad. cast. (1986), *El alba de la civilización*. Istmo, Madrid).

STUIVER-REIMER 1993

Stuiver, M. y Reimer, P. J. (1993), «Extended ¹⁴C data base and revised Calib 3.0 ¹⁴C age calibration program», *Radiocarbon*, 35: 215-230.

La datació per radiocarboni i el calibratge de les dates radiocarbòniques. Objectiu, problemes i aplicacions

Joan S. Mestres

1. Introducció

L'evolució humana només es pot comprendre plenament si s'emmarca dins la dimensió temporal i, per aquest motiu, la datació de les troballes arqueològiques i del passat prehistòric ha estat sempre un motiu de preocupació per als arqueòlegs i prehistoriadors.

Els esdeveniments poden situar-se en l'escala temporal de dues maneres diferents que originen dos sistemes cronològics distints: de manera relativa, quan els esdeveniments s'ordenen uns amb relació als altres segons l'ordre d'ocurrència; i de manera absoluta, quan s'expressa en anys el temps transcorregut entre l'ocurrència de l'esdeveniment i el present. Evidentment, la cronologia més desitjable és l'absoluta, perquè permet quantificar la dimensió temporal i permet establir relacions de sincronia o diacronia entre esdeveniments geogràficament distants.

En arqueologia, l'eina fonamental per a l'establiment de la cronologia ha estat l'estratigrafia: si no hi ha hagut pertorbació en la formació de dipòsits, pot establir-se una seqüència cronològica dels objectes i dels contextos basada en la superposició dels estrats més joves sobre els més antics; d'aquesta manera, pot obtenir-se una satisfactòria escala temporal relativa. Quan l'estratigrafia no és possible, pot establir-se l'escala cronològica recurrent a la seriació: una vegada establerta la variació tipològica d'una classe d'objectes, la classificació tipològica d'un objecte trobat permet la seva adscripció cronològica dins l'escala relativa corresponent.

Una altra aproximació a l'establiment de la cronologia és la datació físico-química, basada en la determinació de l'edat d'un material o artefacte a través de la mesura de la seva composició química o isotòpica. Poden distingir-se quatre grups de mètodes de datació físico-química:

1. Mètodes basats en el contingut d'elements o compostos estables: datació d'ossos basada en el contingut de fluor o nitrogen o bé en la racemització d'aminoàcids.

2. Mètodes basats en el contingut d'un isòtop inestable: datació per radiocarboni.

3. Mètodes basats en la relació isòtop radioactiu progenitor/isòtop fill estable: datació per potassi-argó.

4. Mètodes basats en l'efecte causat per la radiació radioactiva natural sobre els materials que hi són