

Introducción.

Datos Cronométricos para la Historia y la Arqueología de la península Ibérica

Juan A. Barceló (1), Igor Bogdanovic (2), Berta Morell (3)
(1, 2, 3) Laboratori d'Arqueologia Quantitativa, UAB

(1) JuanAntonio.Barcelo@uab.cat, (2) igor.bogdanovic@uab.cat, (3) morell.bera@gmail.com

Han pasado ya 70 años desde la primera publicación de las bases teóricas de la datación por radiocarbono por Willard Libby y sus colaboradores [And47, Gro47], y poco menos desde primera aplicación experimental del método sobre las muestras de edad conocida [Arn49]. La perspectiva de poder datar materiales antiguos en fechas “absolutas” ha sido rápidamente abrazada por investigadores llevados por la energía de la incipiente revolución científica en la arqueología, aunque no sin voces críticas que durante demasiado tiempo han insistido en rechazar la fiabilidad del método [Mil57, Mil59]. La institucionalización de los relojes isotópicos en la investigación arqueológica contemporánea es evidente. Entre ellos quizás el más popular es el método del radiocarbono. A la fecha de 26 de octubre 2017, 150 laboratorios en todo el mundo [Lab17] ofrecen servicio de datación por radiocarbono. El método ha tenido varias actualizaciones al largo de estos años, mejorando principalmente en dos aspectos: el técnico y el matemático. En el sentido técnico se ha incrementado precisión de las mediciones y se ha reducido la cantidad de la muestra necesaria para el análisis. Por otro lado, se han desarrollado complejos métodos matemáticos para la conversión de la presencia de un isótopo particular en la estimación probabilística de una fecha histórica. Estos avances técnicos han tenido la influencia trascendental en el desarrollo de una teoría del tiempo en arqueología, y en incremento de las posibilidades de su interpretación a base de la información cronométrica. En consecuencia han proliferado las dataciones de yacimientos arqueológicos de diversa cronología, pero también se han multiplicado las maneras de publicar e interpretar las fechas radiocarbónicas. Los problemas del uso de datos cronométricos en la interpretación histórica son los mismos que afectan a otras fuentes necesarias para la investigación arqueológica contemporánea, cada vez más basada en tecnologías de la computación distribuida. La dispersión de datos, la falta de su formalización y sistematización, así como la limitación en el acceso público a la información son algunos de los problemas más agudos.

A fines de 2015 convocamos a investigadores e investigadoras de España, Portugal, Gibraltar y Andorra, especializados en cualquier periodo histórico a reunirse en Barcelona un año después para presentar las últimas novedades en la aplicación de relojes isotópicos en arqueología y para discutir la posibilidad de la creación colectiva de una base de datos de fechas radiocarbónicas para toda la Península Ibérica (Iber-Crono). Dicha base de datos debiera construirse con múltiples finalidades:

- proponer unos protocolos estandarizados de aplicación del método, desde el muestreo hasta la presentación de datos;
- proporcionar un repositorio duradero y seguro de los datos formalizados y estructurados, utilizando tecnologías de registro distribuido Blockchain, asegurando así la preservación del patrimonio documental;
- dar paso a la creación de aplicaciones de acceso público al conocimiento cronométrico a través de diferentes formatos de datos y de herramientas para:
 - la gestión del patrimonio
 - la docencia
 - la difusión de conocimiento histórico
 - el progreso de la investigación arqueológica y cronométrica peninsular.

En este sentido, la base de datos general e integrada constituye una respuesta a la necesidad urgente de poner al día y en común los fundamentos cronométricos de la historia de una entidad geográfica como la Península Ibérica e Islas, desde la prehistoria hasta el presente, obviando las barreras que nos han forzado a trabajar en territorios cerrados.

Las Actas

La reunión de Barcelona -el congreso IberCrono, celebrado en la Universidad Autónoma de Barcelona del 17 al 19 de Octubre de 2016- constituyó un gran éxito. Inaugurado por el Vicerector de la Universidad, por el decano de la Facultad de Letras y el Director del Departamento de Prehistoria, contó con la presencia de más de 200 investigadores e investigadoras. Durante tres días se pudieran ver y discutir 16 posters, se presentaron en formato plenario 40 comunicaciones y se ofrecieron tres conferencias de ponentes invitados que ofrecieron brillantes lecciones magistrales: se contó con la presencia de Joao Zilhao que nos introdujo en los problemas de precisión, asociación y significado en datación C14 respondiendo a los problemas arqueológicos, de Caitlin Buck que ha ofrecido a modo de manual las nociones básicas de la modelación bayesiana, y de Alex Bayliss que ha presentado una guía práctica de datación C14 y modelación cronológica bayesiana. Además, se organizó una mesa redonda que contó con la participación de la



representante del laboratorio Beta Analytic, en donde se discutieron problemas prácticos e institucionales sobre las dataciones radiométricas, se sentaron las bases para el futuro proyecto de base de datos cronométricos de la península Ibérica. En los días después del congreso se organizó un curso monográfico de métodos cronométricos impartido por 14 expertos y expertas al que asistieron más de 40 alumnos de todas las regiones peninsulares. Nada de todo esto hubiese sido posible sin el entusiasta apoyo y colaboración de los investigadores e investigadoras del Laboratorio de Arqueología Cuantitativa de la Universidad Autónoma de Barcelona, y decenas de estudiantes de la Universidad Autónoma de Barcelona, de la Universidad de Barcelona y de otras universidades y centros de investigación de Andalucía, Castilla-León, Catalunya, Comunidad Valenciana, Galicia y Madrid.

Esta publicación congrega una selección de las contribuciones a dicho congreso. Reúne 23 artículos que cubren una escala cronológica amplia, des del Mesolítico final hasta el periodo Medieval. Resultan especialmente importantes las aplicaciones de métodos cronométricos en contextos históricamente recientes, porque ponen de manifiesto que no sólo con documentos escritos se puede hacer historia, y que los métodos y características de la arqueología y de la historia de base textual deben integrarse. Las contribuciones al congreso que se referían a temas metodológicos han sido seleccionadas para otra publicación que surge del curso de métodos cronométricos, en formato de libro de texto, dado su interés y repercusión.

Entre los trabajos que analizan series de fechas C14 de un solo yacimiento y aquellos en los que se analiza una cronología regional (Fig. 1), estas actas mencionan más de 2300 dataciones, algunas conocidas previamente, pero muchas publicadas aquí por primera vez. Creemos especialmente importante esta estrecha vinculación entre los datos publicados y los inéditos, porque la gran cantidad de información cronométrica que se ha ido generando en 70 años de investigación debe reutilizarse y analizarse críticamente a la luz de los nuevos resultados.



Figura 1 – Yacimientos arqueológicos y zonas de estudio presentadas en las Actas.

La problemática histórica que tratan las autoras y autores en sus estudios es diversa. En ausencia de contribuciones sobre los inicios de la ocupación humana en la Península Ibérica y sobre el desarrollo de las sociedades cazadoras-recolectoras, esta publicación empieza con una serie de trabajos referidos a la cronología de la transición de la caza-recolección a la agricultura y la ganadería, así como a la Consolidación de las sociedades agrícolas y ganaderas. El trabajo de Salvador Pardo-Gordó y colaboradores analiza la estratigrafía de la Cueva de la Cocina, discutiendo la ocupación mesolítica de la cueva a lo largo del Mesolítico reciente haciendo hincapié en las diferentes fases culturales (Geométrico A y B) y sus rangos cronológicos. Alberto Mingo y colaboradores abordan el tema de la Neolitización en el centro-sur de la península ibérica (Albacete), aportando dataciones inéditas obtenidas por radiocarbono, termoluminiscencia y racemización de aminoácidos sobre muestras orgánicas e inorgánicas de distinta naturaleza. Bogdanovic *et al* presentan los



primeros resultados de las excavaciones en las Coves del Fem (Tarragona), con evidencias de ocupaciones humanas bien datadas radiométricamente en la transición del séptimo al sexto milenio antes de nuestra era. Javier González y otros abordan temas de la consolidación de las primeras sociedades agro-ganaderas, situando en el tiempo la fase epicardial. Ferran Antolín y su grupo de investigación se centran en el denominado Neolítico Medio, proponiendo un estudio en profundidad de la secuencia temporal en el yacimiento de Can Sadurní (Barcelona), usando métodos de análisis estadísticos.

La consolidación de las sociedades agrícolas y ganaderas es analizada también por Juan Cano Pan y sus colaboradores, que abordan la cronometría de los monumentos megalíticos gallegos, por Alberto Mingo et al, que proponen nuevas dataciones para esos periodos en la meseta sur (Albacete) y por Xavier Clop y Tona Majó que abordan el megalitismo del nordeste peninsular.

Entrando ya en las primeras sociedades que usaron objetos metálicos, José L. Caro investiga la cronometría de los recintos de fosos del sudoeste de la península, en tanto que Gabriel García Atiénzar proporciona novedosa información cronológica sobre el levante peninsular. En su análisis de las primeras sociedades complejas del sudeste peninsular Vicente Lull y sus colaboradores nos presentan dos comunicaciones, en la primera sitúan cronológicamente un instrumento tan característico y relevante, históricamente, como las alabardas. En su segundo trabajo nos detallan un importante problema metodológico: la importancia de las dataciones múltiples de una misma entidad arqueológica (en este caso, un esqueleto), y los errores en los que se puede incurrir a la hora de datar las tumbas argáricas. En este mismo orden de cosas, Giacomo Capuzzo y sus colaboradores contribuyen con sendas discusiones sobre la cronología de marcadores culturales característicos de la denominada Edad del Bronce en el Nordeste de la península ibérica: los recipientes cerámicos con asas de apéndice de botón y las sepulturas de incineración características del fenómeno de los “campos de urnas”.

Antonio Uriarte y su equipo nos presentan IDEArq-C14, una base de datos espaciales para la cronología radiocarbónica en la Península Ibérica. La importancia de esta comunicación es obvia, dado el interés generalizado en contar con una base de datos que integre todas las dataciones obtenidas con relojes isotópicos y otros métodos cronométricos para la prehistoria y la historia de la península ibérica. Parcialmente relacionado con éste, es el trabajo de Pablo Atoche y Ángles Ramírez, que nos proponen una perspectiva integradora de todas las dataciones disponibles para la prehistoria reciente de la isla de Lanzarote (Canarias).

La cronología de los períodos más recientes de la prehistoria son tratados por Guy de Mulder et al, en su trabajo acerca de los enterramientos en cal de las islas Baleares. También Antonio M. Monge Soares y Ana Margarida Arruda abordan épocas recientes de difícil datación radiométrica, como el período orientalizante en Portugal. Alejandro Parga y sus colaboradores se refieren a los recintos fortificados de la Edad del Hierro en Galicia, en tanto que Eduardo Carmona y Cristina Vega proporcionan nuevas dataciones de estos periodos recientes en Cantabria.

La datación de contextos arqueológicos de época histórica, es decir, aquellos también conocidos por fuentes escritas contemporáneas, es abordada por Cristian Folch y Jordi Gibert, en su estudio de los yacimientos arqueológicos catalanes de los siglos V al XI de nuestra era. Finalmente, Jorge Sanjurjo-Sánchez y sus colaboradores nos muestran cómo usar técnicas cronométricas innovadoras para conocer la estimación de edificios históricos.

Iber-Crono. El proyecto de una Base Integrada de Datos Cronométricos para la Historia y la Arqueología de la península Ibérica

La respuesta de las arqueólogas y arqueólogos peninsulares a la propuesta de abordar la creación de condiciones para una plataforma que pudiera integrar las bases de datos cronométricos es favorable. En el congreso se presentaron diversas comunicaciones referidas al Registro, Formalización y Presentación de datos cronométricos e inferencias temporales, entre las que cabe destacar: la contribución de los miembros del Laboratorio de Arqueología Cuantitativa de la Universidad Autónoma de Barcelona sobre la formalización de las relaciones espacio-temporales en las bases de datos cronométricos; la base de datos IDEArq-C14 del grupo de trabajo del Instituto de Historia del CSIC dirigido por Juan Vicent y con la colaboración de Antonio Gilman; la base de datos de dataciones radiocarbónicas de la Prehistoria Reciente del sur de la Península Ibérica (CRONLOOGEA), presentada por el equipo de la Universidad de Granada bajo la dirección de Gonzalo Aranda y Águeda Lozano; la base de dataciones de radiocarbono sobre Meolítico y Neolítico en la Península Ibérica, desarrollada por el equipo de la Universidad de Valencia que coordinan Joan Bernabeu y Salvador Pardo-Gordó; el Sistema IDEPatri de Galicia, diseñado por Emilio Abad y colaboradores. También cabe destacar las completas listas de dataciones para las islas Canarias presentadas por Pablo Atoche y para las Islas Baleares a cargo de Rafael Micó.

Aún no disponemos de un herramienta informática de acceso abierto que contenga los miles de dataciones que se han ido obteniendo en 65 años de aplicación del método de radiocarbono en la arqueología peninsular e insular, así como de las regiones limítrofes e históricamente conectadas, y que esté basada en una adecuada descripción sistemática de los contextos arqueológicos de los que proceden las muestras analizadas. Sin embargo, de las discusiones en el congreso sabemos qué es lo que necesitamos y cómo debíamos abordar ese proyecto:



- 1) Sistematización y Formalización de los elementos cronométricos de la Prehistoria, Antigüedad y Edad Media de la Península Ibérica, Islas y regiones limítrofes, por medio de la creación de una base de datos que utilice tecnología computacional avanzada.
- 2) Desarrollo de nuevas metodologías informáticas para la indexación y consulta inteligente de contextos arqueológicos datados cronométricamente contenidos en la base de datos. Pretendemos usar tecnologías punteras en el campo del almacenamiento de información en la nube, con el uso de tecnología XML para cloud computing. El propósito es compaginar los avances tecnológicos con la esencia del concepto del patrimonio documental y con los objetivos de las Humanidades Digitales. La facilidad de uso de la plataforma web asegura que investigadores e investigadoras y otros profesionales en historia o en humanidades que no tengan conocimientos en informática, puedan usar la herramienta con aprovechamiento. La simplicidad de uso de la plataforma para no expertos en estas áreas, para usuarios del conocimiento, configurada por ejemplo como un museo virtual, se consigue dotando el sistema de potentes recursos hardware y software así como de una gran potencia de cálculo.
- 3) Desarrollo de nuevos métodos analíticos, basados en técnicas estadísticas y de inteligencia artificial, para procesar los datos cronométricos y formular hipótesis acerca de la duración temporal de acontecimientos históricos.
- 4) Desarrollo de nuevos métodos analíticos, basados en técnicas estadísticas y de inteligencia artificial, para realizar estimaciones paleodemográficas a partir de grandes series de dataciones de radiocarbono.
- 5) Desarrollo de nuevos métodos basados en la ingeniería del conocimiento para crear ontologías así como estudiar, analizar y extraer información o conocimientos en base a la información recogida, sistematizada y almacenada en estos 'almacenes de datos' (data warehouse).
- 6) Protección del patrimonio.
- 7) Difusión del patrimonio con el uso de Internet y visores gráficos.
- 8) Utilización en gestión del patrimonio como herramienta discursiva y elemento de base para la construcción de experiencias inmersivas y de realidad virtual para la difusión del conocimiento de la historia.

Los dos primeros objetivos están estrechamente relacionados. La construcción de conocimiento arqueológico requiere la sistematización y estructuración de información procedente de muchas fuentes. Los objetivos tercero y cuarto también están relacionados. Estamos tan acostumbrados a considerar el método de ^{14}C u otros comparables, como Uranio-Torio, Termoluminiscencia, etc. como procedimientos de "datación absoluta", que nos olvidamos de las incertidumbres que conlleva la conversión de una medida química-física en una referencia temporal representada mediante cualquier sistema de datación como pueda ser el calendario romano, juliano o gregoriano. Esta conversión no es precisa ya que implica no sólo el propio carácter aleatorio del proceso isotópico, sino los errores de medida, de procesamiento y de calibración. La estimación cronométrica de la posición temporal es un proceso probabilístico que debe minimizar los efectos de dataciones aparentemente aberrantes de sucesos puntuales, reconociéndolas como valores extremos de una distribución de probabilidades, o bien excluyendo las partes de menor probabilidad del intervalo resultante y concentrándose allí donde la mayor probabilidad se concentra. Hay un acuerdo cada vez mayor en la comunidad científica que las dataciones calibradas solo pueden expresarse fiablemente en términos de intervalos de probabilidad no simétricos, que tengan en cuenta tanto la incertidumbre y el error propios de la medición de radiocarbono, como los efectos derivados de la fiabilidad de la curva de calibración en un periodo determinado y la irregularidad, no-linealidad y no-monotonía de la curva de calibración. No podemos esperar que un valor único nos proporcione resultados satisfactorios. Dentro del intervalo de calibración, dos fechas son indistinguibles y no hay razón alguna para pensar que una es mejor que otra, por el mero hecho de estar en el centro del intervalo. Dicho intervalo no tiene una distribución de densidad de probabilidad simétrica, sino que es característicamente multi-modal.

Por consiguiente, creemos que es preciso desarrollar una ontología de datos avanzada para poder integrar la información histórica, geográfica, arqueológica y/o de historia del arte. La investigación actual en SIG Temporal y en bases de datos temporales constituirá la base. Nuestro propósito no es tan sólo aplicar tecnología puntera, sino avanzar en el desarrollo de dicha tecnología. Así por ejemplo, esperamos avanzar en el desarrollo y operacionalización de álgebras de Allen y otros sistemas formales para documentar relaciones temporales complejas por medio del desarrollo y experimentación de metodologías estadísticas y de inteligencia artificial para la definición de fases cronológicas. Por otro lado, se propone estudio de la variabilidad en la frecuencia de contextos datados por intervalo de tiempo, con el fin de establecer hipótesis paleodemográficas y de dinámica cultural a través del tiempo. Una vez más el concurso de tecnologías de la información así como gran capacidad de computación y recursos gráficos permiten una gran cualidad i largo alcance del análisis e investigación por parte de los expertos, que no sería posible de otra forma. En concreto, esperamos poder desarrollar metodologías de estadística bayesiana, métodos de interpolación espacio-temporales basados en redes neuronales y otros algoritmos característicos de la moderna investigación en minería de datos y aprendizaje automático.



Especial interés supone para nosotros investigar en métodos estadísticos que integren aspectos de lógica difusa y ponderación de la incertidumbre.

Los debates en el congreso al respecto de la naturaleza y requisitos de una tal herramienta de consulta e investigación nos ha permitido discutir algunos de los fundamentos en los que debería basarse la base de datos cronométricos que pretendemos construir entre todos. En primer lugar, debemos partir del hecho de que las bases de datos constituyen un elemento fundamental para la gestión del patrimonio arqueológico, para su registro, su preservación, su estudio y para la creación del conocimiento. El mismo elemento es fundamental también para presentación y difusión pública del conocimiento arqueológico y del patrimonio histórico, para su uso social. Los avances en aplicación de las tecnologías computacionales en la investigación son gigantescos y producción de las diversas bases de datos es intensa. Pero, el problema heredado de la documentación y publicación de narrativas sobre papel persiste y está reflejado en la fragmentación e incomunicación entre pequeñas unidades de información y de conocimiento. Sin datos formalizados, ordenados y estructurados, sin distintas bases de datos relacionadas, y sin su integración en una red operativa, la construcción del conocimiento arqueológico y resolución de preguntas concretas aplicando metodologías y procedimientos científicos avanzados es imposible. El trabajo que requiere la puesta al punto del sistema informático para la gestión completa del conocimiento arqueológico es de una extraordinaria complejidad, es inmenso y no se puede abordar en todos los frentes a la vez. Pero su modulación facilitará un crecimiento gradual y eficiente, tanto en la estructura como en la base empírica.

Como punto de partida se propone el concepto de *evento* como unidad analítica básica que se configura en diferentes niveles de la investigación arqueológica [Bar13]. El *evento* es una categoría profundamente espacio-temporal y por lo tanto se puede definir como **unidad espacio-temporal representada por materialidad específica**. La materialidad de un *evento* está representada en el registro arqueológico y variará cualitativa y cuantitativamente siguiendo una jerarquía de niveles, empezando por una ocurrencia natural (p.e., una inundación que ha dejado un sedimento específico, o la muerte de un organismo), a través de la acción individual o colectiva implicada directamente con la transformación material (talla de sílex o construcción de choza, deforestación), hasta los fenómenos históricos que se pretenden datar (como las transiciones sociales, los cambios tecnológicos o cambios climáticos).

En todo caso, el proceso de datación debe seguir la cadena de inferencia cronológica, que comienza con la unidad más pequeña: con la muestra que representa un *evento isotópico* (*ei*). La muestra que ha proporcionado el intervalo C14 está relacionada en un grado de fiabilidad con su contexto inmediato que es la acción individual o colectiva representada por *evento deposicional* (*ed*). Descubriendo luego las relaciones de acciones particulares con el *evento arqueológico* (*ea*), podemos definir tiempo, espacio y contenido del *es* que ha generado residuo material recogido en el registro arqueológico. Siguiendo la vía de descubrimiento de las relaciones causales significativas en la resolución macro, podemos llegar a definir espacio, tiempo, contenido y dinámicas de las categorías procesuales, de las transformaciones sociales o tecnológicas, contenidas en *evento histórico*.

Por lo tanto, inferencia cronológica debería seguir la cadena ontológica de eventos (Fig. 2):

Evento Isotópico → Evento Depositional → Evento Arqueológico → Evento Social → Evento Histórico.



Figura 2 - Esquema general de la cadena de inferencia cronológica de eventos aplicada como la estructura ontológica de la base de datos



La definición de cada tipo de evento o suceso se debiera realizar por medio de las relaciones características de un modelo relacional, ya que en realidad deben considerarse en forma lógica como conjuntos de datos o «tuplas». Conceptualizamos de una manera más fácil cada **relación** en forma de una **ontología** compuesta por *unidades conceptuales* vinculadas operativamente.

...

El resultado más relevante del pasado congreso peninsular *Cronometrías para la historia de la Península Ibérica - IberCrono*, aparte de gran cantidad de datos y conocimientos aportados, ha sido la voluntad expresa de la comunidad científica peninsular de tomar acciones sincronizadas en la dirección de los puntos estratégicos discutidos y consensuados en sus rasgos generales. Se han creado las sinergias para seguir construyendo este módulo fundamental del sistema de recursos del conocimiento arqueológico y de los instrumentos de su gestión. La selección de artículos que está delante de vosotros aporta nuevos datos y nuevos conocimientos y sobre todo expresa de diversas maneras la necesidad de resolver problemas indicados, dibujando unas direcciones claras de los pasos a seguir.

Bibliografía

- [And47] Anderson E. C., Libby W. F., Weinhouse S., Reid A. F., Kirshenbaum A. D., y Grosse, A. V. (1947) Natural radiocarbon from cosmic radiation. *Science* 105(2735), pp. 576-577. DOI: 10.1126/science.105.2735.576
- [Arn49] Arnold J. R., & Libby, W. F. (1949). Age determinations by radiocarbon content: checks with samples of known age. *Science*, 110 (2869), 678-680.
- [Bar13] Barcelo J.A., Bogdanovic I., Capuzzo, G. (2013) A database for radiocarbon dates. Some methodological and theoretical issues about its implementation. En: G. Earl, T. Sly, A. Chrysanthi, P.Murrieta-Flores, C. Papadopoulos, I. Romanowska, D. Wheatley, (eds.) *Archaeology in the Digital Era. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Southampton, 26-29 March 2012*, (ISBN 13: 9789089646637). Amsterdam: Amsterdam University Press
- [Gro47] Grosse A. V. y Libby W. F. (1947) Cosmic radiocarbon and natural radioactivity of living matter. *Science*, 106(2743), pp. 88-89.
- [Lab17] List of Known 14C Laboratories. [Updated 26 October 2017]. www.radiocarbon.org/Info/lablist.html
- [Mil57] Milojcic V. (1957) Zum Anwendbarkeit der C. 14-Datierung in der Vor-geschichtsforschung, *Germania*, 1957, pp. 102-10.
- [Mil59] Milojcic V. (1959) Zur C. 14-Methode. *Quarter* 10-11. Bonn, pp. 45-47.