

BOLETIN

ASOCIACION ESPAÑOLA
DE AMIGOS DE LA ARQUEOLOGIA



BOLETIN INFORMATIVO

JULIO-DICIEMBRE 1989
N.º 27

Directora:
Encarnación Ruano Ruiz

Consejo de Redacción:
María Angeles Alonso Sánchez
Juan Blázquez Pérez
Marina García Cabezón
Juan Guerra Romero
M.ª Rosario Lucas Pellicer

Edita: Asociación Española de Amigos
de la Arqueología - Alcalá, 108
Correspondencia: Apartado 12.403
Dep. Legal: M-24.361-1974
ISSN: 4.741
Imprime:
grafoffset sl
Getafe (Madrid)

JUNTA DIRECTIVA

Presidenta de Honor:
S. M. la Reina Doña Sofía

Presidente:
Emeterio Cuadrado Díaz

Vicepresidentes:
Manuel Bendala Galán
M.ª Rosario Lucas Pellicer

Secretario:
Manuel Santonja Alonso

Vicesecretarios:
Ignacio Montero
Salvador Rovira Llorens

Tesorero:
Manuel Castelo Fernández

Vicetesorera:
Encarnación Ruano Ruiz

Actos culturales:
María Angeles Alonso Sánchez
Manuel Bendala Galán
M.ª Rosario Lucas Pellicer
María Sanz Nájera

Actos sociales:
Juan Guerra Romero
Mercedes Prada Junquera

Viajes de estudios:
Antonio Higuera Martínez
Gonzalo Muñoz Carballo

Bibliotecarios:
Mercedes Prada Junquera
Salvador Rovira Llorens

Sumario

Editorial	3
Estudios de Arqueología experimental	5
<i>J. Javier Baena Preysler</i>	
La arqueología espacial en España	13
<i>Francisco Burillo Mozoto</i>	
Termoluminiscencia: aplicaciones en arqueología	19
<i>Tomás Calderón García</i>	
La Palinología como ciencia aplicada a los sedimentos arqueológicos	22
<i>Pilar López García</i>	
Zooarqueología: Líneas de investigación. Delimitación conceptual y metodológica de las investigaciones desarrolladas en el seno del laboratorio de zooarqueología de la universidad autónoma de Madrid	27
<i>Arturo Morales Muñiz, Ruth Moreno Nuño, Javier de Miguel Agueda, Manuel Angel Cereijo Pecharroman Eufrosia Roselló Izquierdo, Dolores Carmen Morales Muñiz, María Angeles Juarranz de la Fuente, Adolfo Luis Aguilar Baltar y Daniel Patón Domínguez</i>	
Informática en arqueología: un ejemplo aplicado al estudio de jerarquización en necrópolis ibéricas	36
<i>Fernando Quesada Sanz</i>	
Arqueología y Arqueometalurgia	45
<i>Salvador Rovira Llorens</i>	
Revisión de las técnicas en osteología, a la luz de su estudio, en la necropolis de «El Cigarralejo» (Mula, Murcia)	51
<i>Manuel Santonja Alonso</i>	
Investigaciones geológicas y arqueológicas sobre la relación costera de los asentamientos fenicios en la Andalucía mediterránea	61
<i>Hermanfrid Schubart y Horst Dieter Schulz y Oswaldo Arteaga y Gerd Hoffmann</i>	



LA Asociación Española de Amigos de la Arqueología está conmemorando los veinte años de su nacimiento. Veinte años fecundos que le aportan, en el momento actual, un historial científico y divulgativo bien notorio, en cuyo haber figuran las más de 500 conferencias de temas arqueológicos que constan en los programas de estos veinte años, los veintisiete números publicados de su revista (*Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*), los dos libros que recogen las actas de las Mesas Redondas con las que se conmemoraron los diez y quince años de vida y, sobre todo, los lazos de

amistad que se han creado entre los socios y las horas pasadas en este quehacer siempre atractivo y estimulante para los que nos decimos y sentimos «Amigos de la Arqueología».

Dentro de ese ambiente conmemorativo se inscribe la audiencia concedida por S. M. la Reina a la Junta Directiva de la Asociación y, en ella, a cuantos forman en sus filas. Todos recordamos que en junio de 1976, S. M. la Reina accedió benigneamente a ostentar la presidencia de honor de nuestra asociación. La primera página del *Boletín Informativo*, número 5, correspondiente a junio de 1976, recoge la fotografía

de la Soberana, juntamente con la reproducción de la carta firmada por el Marqués de Mondéjar, jefe de la Casa de S. M. el Rey, en la que se expresa que S. M. la Reina «ha tenido a bien aceptar la PRESIDENCIA DE HONOR de la ASOCIACION ESPAÑOLA DE AMIGOS DE LA ARQUEOLOGIA, con sede en Madrid». No era, pues, ésta de ahora, la primera vez que teníamos un contacto con S. M. Hay que decir, sin embargo, que la audiencia concedida y celebrada el día 13 de abril pasado, superó con creces las expectativas de la Junta Directiva.

Eran poco más de las doce cuando pasamos al gran salón del Palacio de la Zarzuela, donde normalmente tienen lugar las audiencias. Unos minutos después entraba la Reina haciendo gala, como es habitual en ella, de sencillez, elegancia y afabilidad. Un saludo cordial y, tras estrechar la mano del señor presidente de la Asociación, éste pasó a presentar a cada uno de los miembros de la Junta, a quienes la Reina iba estrechando la mano. El ambiente distendido y cordial se prestaba a que S. M. hiciera oportunos comentarios al hilo de las presentaciones. Así, al saludar a algunos miembros de la Junta, profesores de la Universidad Autónoma, comentó: «Allí está mi hijo», e hizo alusión a los cursos de Humanidades que ella misma siguió siendo princesa.

A continuación, el señor presidente leyó un breve discurso en el que se le daba cuenta de la historia y actividades de la Asociación; se le entregó la medalla

de honor y, tras nombrar las publicaciones, se le hizo entrega de todos los números de la revista, debidamente encuadernados formando tres gruesos volúmenes. S. M. los ojeó y se interesó por los contenidos, periodicidad de la publicación, etcétera. También se le hizo entrega de los dos volúmenes correspondientes a las Mesas Redondas. Después de esto, la Reina nos invitó a acercarnos y ya en una conversación más informal y con intervención de todos, hablamos de la Arqueología, de su dedicación a ella hace años, antes de su venida a España... «Al lado de casa —dice— había un yacimiento.» Y expresa su entusiasmo por esta ciencia y por la riqueza arqueológica de su patria, donde «cuando uno va por el campo, hay que ir con cuidado, porque se va encontrando cerámica». También se aludió a la riqueza arqueológica de España. Ciertamente, se notaba que el tema era apasionante, tanto para S. M. como para los que nos encontrábamos allí, y que habíamos conectado plenamente.

Una fotografía final «de recuerdo» —afirmó la Reina— puso fin a la audiencia. Luego, un saludo cordial en el que la Reina nos regaló una vez más con su sonrisa... Y emprendíamos el camino de salida de la Zarzuela hacia nuestros coches. Cuando acudíamos a la audiencia, el día se presentaba encapotado y caía una fina lluvia. Al salir, lucía el sol, como si fuera símbolo de nuestra satisfacción. La presidenta de Honor de la Asociación había puesto una nota cordial y cercana en la celebración del XX Aniversario.

EL presente Boletín, subvencionado por la Dirección General de Cooperación Cultural, tiene un carácter monográfico. Está dedicado a hacer un balance del estado actual de la investigación arqueológica en España. Esta investigación se refiere a la renovación de métodos y estrategias científicas aplicables, tanto a épocas prehistóricas como a etapas más recientes, puesto que también los estudios sobre el mundo romano y medieval se enriquecen con la aportación que brinda toda suerte de análisis y técnicas encaminadas a mejorar y ampliar el conocimiento de los hechos humanos.

A diferencia de otra categoría de ciencias, la Arqueología no puede repetir ni simular en los laboratorios el comportamiento social, el medio físico y el tiempo pasado, pero los científicos que trabajan en el campo de la Naturaleza orientan su investigación a rellenar las lagunas del registro arqueológico y a subsanar, sea parcialmente, la pérdida o el enmascaramiento de los testimonios materiales. Además, enfoques, métodos y técnicas de distinta índole se incorporan paulatinamente al quehacer cotidiano de la Arqueología, con el propósito de remodelar las hipótesis y formular nuevas alternativas, convencidos de que sólo de esta forma se pueden verificar las conclusiones y elevarlas a teorías.

El ambicioso objetivo de «reconstruir» y explicar nuestro pasado no tiene otros límites que los impuestos por los avances científicos y la oportunidad o facilidad de llevar a cabo los métodos más adecuados para la investigación arqueológica. Ciertamente, es mucho lo conseguido en los últimos años, y queda lejos la imagen del arqueólogo investigando en solitario o reduciendo sus resultados a una mera sistematización y descripción de los datos. La idea de que la Arqueología (especialmente la dedicada a los hechos más remotos) es científica porque está «auxiliada» por las Ciencias de la Naturaleza —Geología, Paleontología, Paleobotánica, etcétera— ha quedado obsoleta. Los resultados demuestran que la Arqueología es Ciencia porque sus métodos son científicos y porque la lógica y el quehacer tradicional no son sino el «corpus» de una documentación susceptible de un laborioso proceso. Ese proceso, interrelacionando cuantos parámetros se pueden recabar y en armoniosa dialéctica de los investigadores comprometidos en tal empeño, tiene una finalidad única: conocer con mayor exactitud el pasado del hombre.

Estas páginas, redactadas por profesionales formados indistintamente en las Ciencias del Hombre y de la Naturaleza, dan buena cuenta de las realidades conseguidas en España y, también hay que decirlo, de las mediatizaciones impuestas por la fragilidad de los datos y por las dificultades en los recursos humanos y científicos.

Llenos de esperanza en los logros del futuro, hacemos constar nuestro agradecimiento a cuantos han colaborado con la Asociación Española de Amigos de la Arqueología para la edición de este Boletín.

ESTUDIOS DE ARQUEOLOGIA EXPERIMENTAL

J. Javier BAENA PREYSLER

Dpto. Prehistoria y Arqueología
Universidad Autónoma de Madrid

INTRODUCCION

Sin duda alguna, los actuales sistemas de investigación arqueológica y prehistórica han tratado de dar respuesta a las nuevas cuestiones que han ido quedando sin resolver durante algo más de cien años de trabajo arqueológico.

La arqueología experimental como parte integrante de los mismos, ha tendido a solucionar aspectos más funcionales que puramente históricos, pero no debemos olvidar que en muchos momentos culturales, son estos aspectos funcionales la única información que puede de alguna forma, crear Historia.

El paleolítico, es sin duda un momento cultural del que apenas si se pueden inferir más datos que los puramente funcionales. Recordemos que en la mayoría de los casos, los testimonios arqueológicos nos ofrecen información sobre actividades muy concretas, tanto en su propio contenido, como en el tiempo, dado su carácter parcial y por el hecho de que nos encontramos en momentos en los que la «cultura», entendida como conjunto de conocimientos que aplicarán actividades de diferente índole, es muy limitada o está en proceso de creación.

En este sentido, cabría destacar la importancia que para nosotros los paleolitistas, tiene la arqueología experimental. El estudio del paleolítico, ha venido teniendo serias dificultades a la hora de obtener información, debido principalmente a dos motivos. Primero, la cerrazón existente a la hora de aplicar modelos teóricos de investigación, nos ha llevado en muchos casos a justificar

el propio modelo propuesto por sí mismo, sin contar apenas con los datos arqueológicos objetivos.

De esta forma, se ha dado más importancia al «tipo» por sí mismo, que al proceso de producción de dicho tipo. La creación de tipologías, aún a pesar de ofrecer datos metodológicos muy positivos, ha cerrado durante años las puertas a nuevas vías de conocimiento para la prehistoria.

En segundo lugar, y en parte propiciado por la validez metodológica de los sistemas basados en la creación de tipologías, el conocimiento del paleolítico se ha visto dificultado por el desconocimiento de las técnicas productivas. Han tenido que ser aquellos investigadores que penetraron en el mundo de la arqueología experimental, los que han dejado una impronta fundamental en la historia del paleolítico. Entre otros habría que destacar a dos grandes talladores, como F. Bordes o J. Tixier.

A este conocimiento se puede acceder a través de la experimentación. El paleolitista, plantea hipótesis sobre los procesos de producción, experimenta y dependiendo del resultado de dicha experimentación, ofrece o no respuestas a los mismos (en caso negativo, reduce el campo de posibilidades a experimentar). Es de esta forma como, la arqueología experimental accede sin duda alguna al grado de ciencia, integrada dentro de la arqueología.

Por último, no olvidemos las múltiples aplicaciones didácticas que se deriban de la misma, de provecho tanto para el propio investigador (mejor conocimiento del ma-

terial empleado, dificultades, esfuerzos, tiempo de trabajo, etcétera), como para aquellas personas que, ajenas a la arqueología, sientan interés por la historia del hombre.

Dentro de este deseo de avance en el conocimiento de la prehistoria, se ha creado por iniciativa de las Doctoras doña M. Rosario Lucas Pelli- cer y doña Concepción Blasco Bos- qued un grupo de trabajo con alumnos de la UAM, con el fin de divulgar y extender los trabajos realizados en esta materia.

OBTENCION DE MATERIAS PRIMAS Y DOCUMENTACION

Como punto de partida fundamental, la arqueología experimental necesita adecuar correctamente los elementos que intervinieron en los procesos productivos de la prehistoria. La necesidad de materias primas adecuadas se enfrenta con la dificultad de obtención de las mismas que existe hoy día. Por ello, hemos tenido que limitar el conjunto de elementos base a los siguientes:

Elementos de origen animal

- Huesos de suido y bóvido (quijadas y huesos largos).
- Visceras de bóvido (intestino y tendones).
- Asta de cérvidos y bóvidos.
- Pielés, retales de huesos y cartílagos de bóvido.

- Conchas de moluscos (ostrea, fisurélidos, etcétera).
- Aglutinantes (clara de huevo, aceite, etcétera).
- Plumas de aves (gallináceas).

Elementos vegetales

- Madera (retama, boj, encina, tejo y pino).
- Resina de pino.
- Cañizo.
- Fibras vegetales (pita, esparto, diferentes herbáceas).

Elementos inorgánicos

- Cantos de cuarcita (Madrid).
- Sílex opaco (Guadalajara y Madrid).
- Sílex traslúcido (Toledo, Madrid y Reino Unido).
- Obsidiana (Islas Canarias).
- Piritita, casiterita y meteoritos (Soria, Burgos y Madrid).

En los diferentes trabajos de experimentación, también fueron empleados fuego, agua y diferentes plataformas de trabajo (incluido el mismo suelo).

Recogida de datos

Todos los experimentos realizados fueron documentados en distintas fases fotográficamente, así como en el caso de elementos mobiliarios, siguiendo un ficha de trabajo. Este modelo de ficha en extenso es fácilmente informatizable a través de un sistema de claves. En muchos casos, los experimentos parten de elementos ya elaborados en experimentos anteriores de forma que, una completa visión del proceso de producción implicaría distinto número de fichas.

Otros experimentos precisaron una documentación particular, como más adelante detallaremos.

MODELOS EXPERIMENTALES

A continuación, detallaremos algunos de los experimentos realizados.

MODELO DE FICHA PARA DOCUMENTACION

EXPERIMENTO N.º

PERSONAS

autores

A) MATERIAS PRIMAS

ALTERACION

sin/con (tipo)

Elem. tallado peso

Elem. intermedio/p

Elem. productor/p

B) TIPO DE TRABAJO

Percusión/ángulo

Presión/ángulo

Fricción/ángulo

directa

directa

corte

indirecta

indirecta

perforación

contragolpe

Compresor:

serrado

otros

Cop. corto

raspado

Cop. medio

grabado

Cop. largo

C) CANTIDAD DE TRABAJO

Tiempo total / Esfuerzos/minuto

D) LONGITUD DE TRABAJO (longitud/anchura/espesor)

/ /

E) ACCIDENTES/OBSERVACIONES

/

F) RESULTADO frustrado / medio / óptimo

Cantos trabajados

Tanto en el caso de los cantos unifaciales como en el de los bifaciales, la materia trabajada fue la cuarcita. Su elaboración fue realizada mediante percusión directa con percutores tanto de cuarcita como de madera de encina (figura 1.1).

Empleando percutores blandos el número de esfuerzos aumenta significativamente frente a los duros. Entre éstos, por otra parte, los de dimensiones comprendidas entre los 7 y 9 centímetros de longitud, 5 y 6 centímetros de anchura y 4 y 6 centímetros de espesor, parecen ser los

idóneos, de forma circular, peso en torno a 650 gramos, y fácilmente asibles por la mano.

Para la elaboración de piezas de gran tamaño es útil la participación de dos personas o el auxilio del regazo en su elaboración. Facilita el trabajo, la extracción de la primera lasca y por consiguiente, de un plano de trabajo hábil, la elección de cantos gruesos con extremos de poco espesor, siendo estos últimos los idóneos para el inicio del trabajo. En el caso de los cantos bifaciales, la obtención del filo se realiza alternando extracciones en ambos lados.

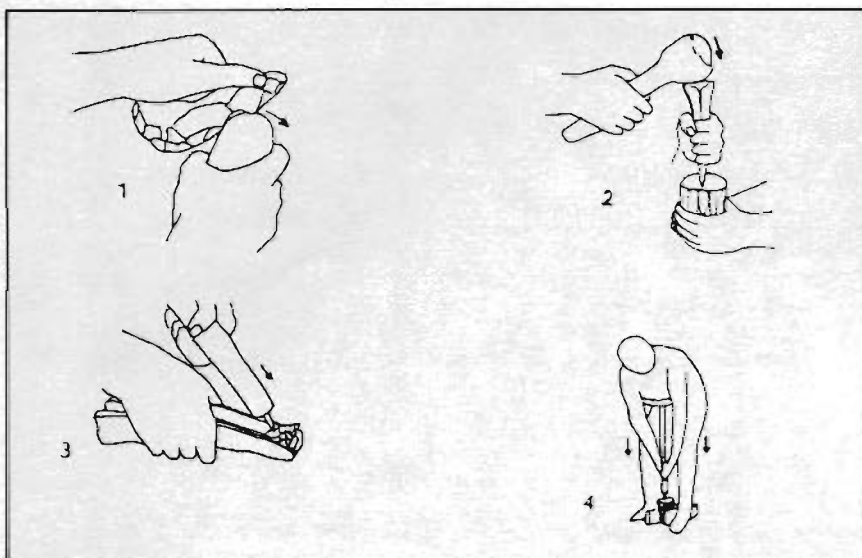


Figura 1. 1. Percusión directa con percutor duro. 2. Percusión indirecta con percutor blando y cincel blando (hueso en ambos). 3. Presión: compresor de antebrazo. 4. Presión: compresor abdominal.

Bifaces, triedros, hendedores

Las piezas bifaciales del Paleolítico inferior han sido reproducidas en el laboratorio con dos técnicas diferentes. Tanto mediante empleo de percusión directa con percutor duro, como con percutor blando. En ambos casos parece idóneo por lo que a economía de trabajo se refiere, la preselección del Núcleo en cuanto a su forma. Las piezas más rápidas y con un porcentaje mayor de éxito se dan en aquellas en las que el riñón presenta una forma similar a la pieza que deseamos realizar (ver proceso en láminas 1 y 2). Por lo que a talla afecta existen dos aspectos a destacar. Primero, la importancia en el control del lascado, por lo que a su profundidad se refiere, de la posición de las manos que sujetan el soporte (más presión implica más profundidad). Segundo, importancia en el mismo sentido de la dirección del golpe, golpes perpendiculares implican menos profundidad (1).

El material empleado fue el sílex del Manzanares y cuarcita de Alge y Jarama. En ambos casos el resultado es mejor cuanto mayor es la calidad del material, pero la cuarcita presenta aptitudes más idóneas para este tipo de útiles. El lascado y, por tanto, la forma del útil son más fáciles de controlar en cuarcita que en sílex, pues los golpes en pie-

zas de gran tamaño han de ser de mayor intensidad. El sílex presenta generalmente lascas más espesas y menos profundas con este tipo de percusiones, salvo con el empleo de percutor blando que obtiene lascas de espesores muy pequeños.

Sistema «levallois» y utillaje sobre lasca

Se han conseguido reproducir experimentalmente puntas, lascas y láminas en núcleos «levallois» con técnica de percusión directa y percutor duro (2). Pasaremos por alto su proceso dada la difusión que el mismo tiene. Destacar, eso sí, la importancia que el material tiene en su desarrollo: sílex de mejor calidad ofrece productos más típicos y a la inversa. sin duda, el resalte del talón y su consiguiente facetado, prepara una zona realizada que facilita la extracción de la lasca, dado el poco control en la localización del punto de impacto, que existe al emplear percusión directa con percutor duro.

A este respecto se realizaron también pruebas experimentales de precisión en el golpe con percusión directa, que han demostrado el escaso control sobre el punto de impacto que presenta esta técnica.

Estas mismas lascas, así como lascas simples fueron a su vez em-

pleadas en la producción de útiles variados (puntas, raederas, buriles, escotaduras, microlitos, etcétera, ver lámina 3.2). Para su realización se empleó, tanto percusión directa con percutor duro como percutor blando. Entre los resultados cabría destacar la obtención de raederas con retoques invasores (escaleriformes) mediante el empleo de percutor de madera. Parece comprobarse que tanto el hueso como la madera obtienen retoques más profundos y lisos que la piedra (ver retoque a presión en sistemas combinados).

Láminas por percusión directa, indirecta y presión

Mediante técnicas de preparación del núcleo se ha conseguido obtener láminas de tamaño medio por experimentación (3). Esta preparación consiste en la producción de un núcleo de silueta cónica con aristas en su parte ventral. Cada una de estas aristas será la guía de la lasca, de forma que al ser longitudinal, ésta tendrá la misma forma al ser extraída.

Por lo que a la percusión directa se refiere, la existencia de un yunque (piedra, o preferiblemente hueso o madera), parece favorecer la extracción laminar. El percutor duro ofrece láminas más irregulares y espesas, frente al empleo del blando con el que se obtienen láminas más regulares y finas. En ambos casos, los productos presentan, en sección una curvatura intensa, y la efectividad por esfuerzo disminuye (lámina 3.3-5).

Tanto la percusión indirecta, como la presión, tienen frente a las anteriores técnicas, la ventaja de elegir con precisión, el punto de impacto y el ángulo adecuado. Como desventajas, la percusión indirecta exige un constante repaso del cincel que sufre continuas roturas, y la presión, realizada mediante compresores abdominales con punta de sílex opaco, requiere realizar numerosos esfuerzos infructuosos (ver figuras 1.2, 1.4).

La técnica de extracción de láminas por presión (4) es con seguridad la técnica que más se ve afectada por la calidad del material a tallar.

La obtención de cuchillos en sílex se puede realizar, pero con dificultad, en materiales con alto grado de isotropía mecánica como el sílex translúcido o la obsidiana. Experimentalmente hemos conseguido también la extracción de pequeñas láminas en sílex opaco, pero con un número de esfuerzos tres veces mayor. La existencia, como testimonio arqueológico, de cuchillos y láminas de gran tamaño, nos hace pensar en la posible existencia de sistemas complejos de talla por presión (5).

En cualquier caso, tanto la percusión indirecta como la presión, con esfuerzos de intensidad media, se presentan como dos sistemas óptimos de talla en el retoque como veremos a continuación.

Sistemas combinados

Por sistemas combinados hemos entendido, aquellos en los que se ponen en juego distintas técnicas de talla. Los ejemplos experimentales en los que han tenido lugar (bifaces con retoque con percutor blando, microútiles con retoque a presión, dientes de hoz, etcétera), tienen su más clara expresión en las puntas de flecha.

Para su elaboración se han tomado dos soportes. Por un lado de lascas con formas próximas al producto buscado, obtenidas para percusión directa (percutor duro o blando), o bien de láminas. En ambos casos, los soportes han de ser modelados mediante talla, tanto en su forma como en su espesor, para ofrecer un resultado acorde con su función. Este modelado ha sido realizado fundamentalmente mediante el retoque con compresores de antebrazo y mano, a presión, y en menor medida con percusión indirecta con cincel de hueso. Como resultado se han conseguido reproducir retoques invasores planos de tipo solutrense (figura 1.3).

Otro elemento a destacar en la elaboración de puntas es la dificultad de elaboración de pedúnculos (presión con cinceles muy afilados), y la importancia de la elección de la dirección del formato a realizar (mayor facilidad al tomar el cono de percusión como extremo distal de la punta).

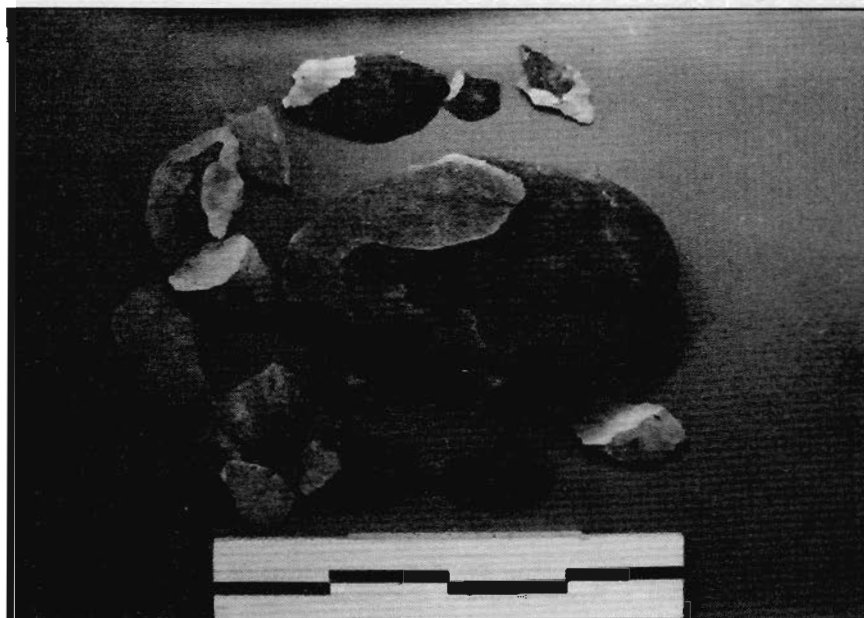


Lámina 1. Esbozo de bifaz sobre cuarcita.

Trabajos en madera

Se han reproducido, entre otros objetos en madera, agujas, azagayas y venablos de punta endurecida, mediante el empleo de utillaje en sílex como buriles, denticulados, perforadores, raspadores y lascas simples.

También se vienen elaborando útiles más complejos como arcos y flechas. Para el arco se empleó ma-

dera de tejo a la que se dio forma jugando con humedad y calor. Como cuerda fue empleado intestino de suido trenzado, también aplicado como refuerzo en zonas del mástil.

Las flechas se hicieron con varas rectas o cañas, a las cuales les fueron practicadas hendiduras o secciones diametrales (dependiendo del tipo de punta a enmangar), en el extremo de las mismas. Encajada la punta, ésta se ató fuertemente con

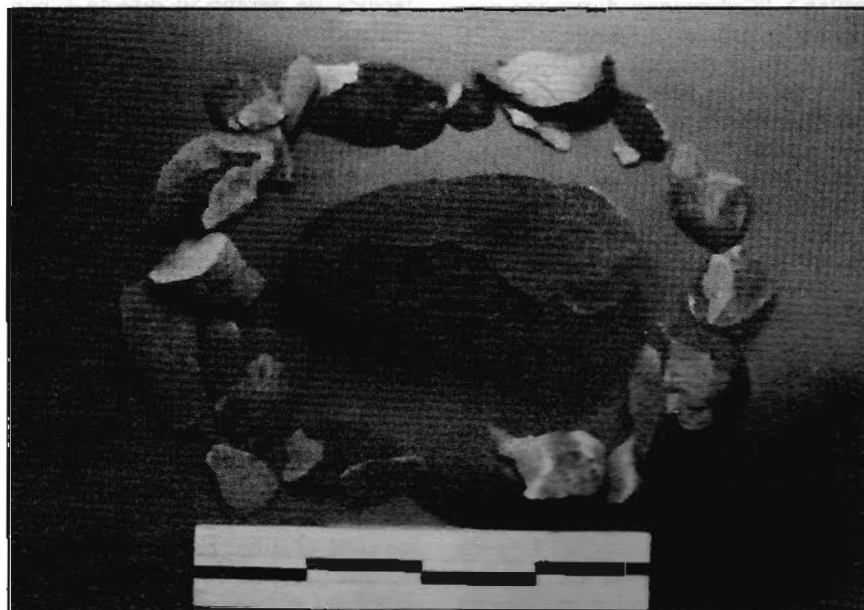


Lámina 2. Bifaz realizado sobre el mismo canto que en la lámina 1.

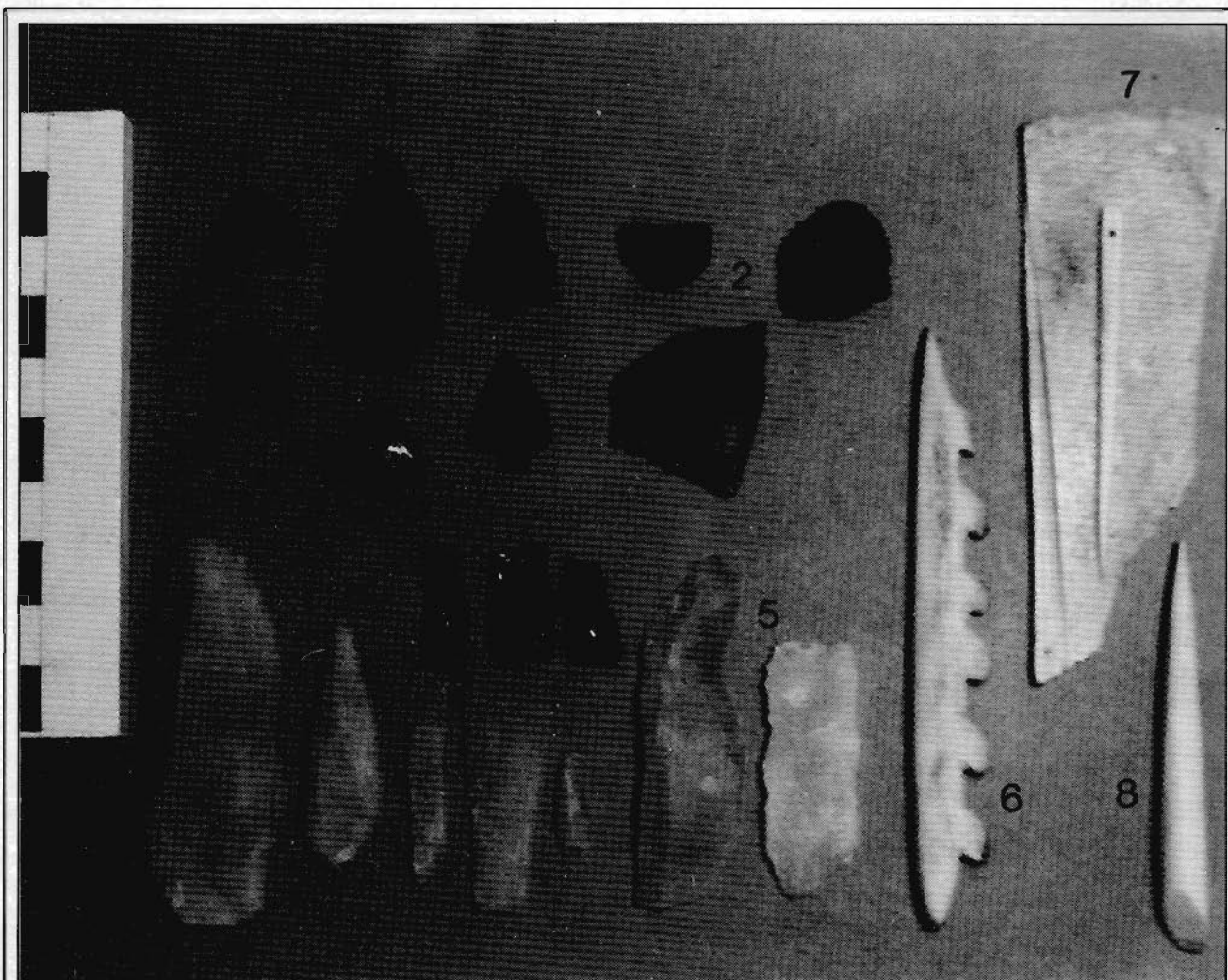


Lámina 3. 1. Puntas de flecha realizadas por sistemas combinados. 2. Útiles sobre lasca (microlito, buril, raspador). 3. Láminas obtenidas por percusión directa (dos piezas). 4. Láminas obtenidas por presión con compresor abdominal (seis piezas). 5. Láminas obtenidas por percusión directa con percutor blando (dos piezas). 6. Arpón en hueso de bóvido. 7. Aguja y esbozo de aguja en mandíbula de bóvido. 8. Azagaya en tibia de bóvido.

fibras vegetales y se le dio cuerpo con resinas y/o colas naturales a base de despojos animales (6). Una vez seco adquiere gran consistencia.

Actualmente venimos realizando experiencias de disparo con los mismos (7).

Trabajo del hueso

Se ha conseguido obtener experimentalmente, entre otros objetos, agujas, azagayas y arpones (láminas 3.6-8), realizado con utillaje en sílex similar al empleado con la madera. Destacar primero, la importancia de la selección del tipo de hueso para cada útil (huesos finos más aptos para útiles como agujas,

frente a huesos de las extremidades, para arpones o azagayas) y, segundo, tener en cuenta que la elaboración tanto de formas que rompan la línea recta como las secciones transversales de huesos, implican mayor número de esfuerzos, frente a los cortes longitudinales.

La rotura de huesos por aplastamiento, por último, minimiza los esfuerzos, si bien ofrece un repertorio de formas a trabajar bastante aleatorio.

Descuartizamiento de animales

El simple empleo de lascas simples de filos agudos, permite el desuello y descuartizamiento de ani-

males. Los cortes sobre el músculo son altamente eficaces, incluso en carnes de gran dureza, ya que los filos presentan un microdenticulado que lo facilita. No obstante, el embotamiento de los mismos, es frecuente y fruto tanto del uso, como de la acumulación de partículas orgánicas, por lo que se hace necesario el empleo de abundante sílex.

Determinadas zonas cartilaginosas requieren para su rotura, filos de mayor tamaño aplicados con más fuerza. El útil empleado en estos casos va desde hendedores o bifaces de filo hasta lascas golpeadas. Otro sistema consiste en la aplicación de fuerzas o percusiones en la extremidad, en direcciones opuestas a las realizadas por el animal vivo. El

Lámina 4. Reconstrucción de un taller al aire libre (marcadas aparecen las huellas de los pies del tallador. En la esquina inferior derecha percutores y bifaz realizados durante la experiencia).



proceso es rápido, si bien en animales no desangrados podría durar más.

De este tipo de experiencias se obtienen datos, tanto de materiales empleados como de tiempo y técnicas.

Talleres experimentales

Se han reproducido en diferentes contextos áreas en las que se ha desarrollado actividad de talla tanto con sílex como con cuarcita, siguiendo distintos factores: número de talladores (hasta el momento uno), condiciones del medio receptor de los restos de talla y, por último, productos realizados y técnicas empleadas. En la lámina 4, se observa cómo la concentración de restos se acumula justo debajo del tallador. Por otra parte, la mayor dispersión de restos se da en el área a la derecha del tallador (en este caso percusión directa con percutor duro realizada por una persona diestra).

Creemos de interés extrapolar los datos experimentales obtenidos, a yacimientos del paleolítico en los que la actividad de talla parece ser el único resto identificable.

CONCLUSIONES

Estos modelos experimentales presentados, nos han permitido elaborar, y seguir ampliando, un «corpus» informativo de gran interés.

Por un lado, nos muestran los diferentes sistemas de producción que han podido darse en una cultura determinada (presente en un yacimiento). Por otro, y dado su carácter de Arqueología viva, nos amplía nuevos horizontes de investigación. Por último, nos permite acercarnos a modos y sistemas de vida de la prehistoria, de una forma científica y a la vez con un claro carácter didáctico.

NOTAS

(1) Bordes, F.: «Étude comparative des différentes techniques de taille du silex et des roches dures», *L'Anthropologie*, número 51, 1947, página 13.

(2) Más datos y métodos son ofrecidos en Boëda E. «Étude expérimentale de la technologie des pointes levallois». *Studia Praehistorica Belgica*, número 2, 1982.

(3) Resultados óptimos han sido obtenidos por Tixier, J., en obsidiana, pero no en sílex opaco. Ver Tixier, J.: *Préhistoire de la pierre taillée*, volumen I, 1980.

(4) Hemos empleado los procesos sugeridos por Semenov, A., con éxito hasta el momento. Ver Semenov, A.: *Tecnología prehistórica*, Akal Univers; 1981, páginas 94-112.

(5) Iniciaremos experimentos con varios talladores como se sugiere en Semenov, A., 1981, página 100.

(6) Se realizaron experimentos de colas naturales a base de clara de huevo, y despojos de pieles y vísceras de animales, todos ellos siguiendo procesos primitivos con éxito.

(7) Experiencias de este tipo, pero con arcos avanzados se han realizado en Dinamarca y Francia. Ver «Les Dossiers de L'archéologie», números 46 (1980) y 126

LA ARQUEOLOGIA ESPACIAL EN ESPAÑA

Francisco BURILLO MOZOTA

(Seminario de Arqueología y Etnología Turolense
Colegio Universitario de Teruel)

La Arqueología Espacial (AE) comprende una serie de instrumentos analíticos que permiten profundizar en el conocimiento de las relaciones que se establecen entre los yacimientos, de éstos con su entorno y del contenido interno del propio yacimiento. Existe una escala dimensional propuesta por Clarke (1), considerada ya como clásica, que establece tres posibles niveles de actuación: macro, semi-micro y micro.

Los primeros planteamientos de la AE y, por otra parte, los más sólidos, se dieron en Cambridge a fines de los años sesenta e inicios de los setenta, donde surgirán dos corrientes, la más estricta y vinculada a la Geografía Locacional, representada por Clarke y Hodder (2), y la denominada escuela paleoeconómica, que lidera Higgs (3), que presenta un enfoque más restringido. Estas corrientes llegan a España con un cierto desfase temporal, ya que los primeros trabajos corresponden a finales de los setenta e inicios de los ochenta (4), son fruto de investigaciones aisladas realizadas en centros periféricos, que rezuman gran dosis de autodidactismo. En la presente década asistimos a un verdadero furor en el uso de la AE; que coincide con una pérdida de interés en su país originario, Inglaterra, con importantes excepciones como el caso de Renfrew; a todo ello tal vez no sea ajena la muerte de Clarke y Higgs. Actualmente se puede constatar su total asimilación, surgiendo en algunos sectores de la Arqueología española planteamientos innovadores.

La AE no debe considerarse como una forma global de entender la Arqueología, debe reducirse a su justo término, al desarrollo de unos instrumentos analíticos que se aplican al hecho arqueológico. Pero esta parcialidad no debe tampoco entenderse como si nos encontráramos ante la creación de un recetario, a modo de libro de cocina, su valoración y desarrollo se halla dentro de un marco más amplio de concepción de la Arqueología, y así arrastra a una metodología y enfoque adecuados tanto de la prospección como de la excavación y, especialmente, y en primer lugar, a la existencia de un marco teórico que guíe la investigación.

1. ADECUACION DE LA PROSPECCION Y EXCAVACION A LA ARQUEOLOGIA ESPACIAL

1.1. La prospección de superficie

Uno de los elementos claves en la metodología arqueológica para poder realizar estudios de AE es la prospección, que tradicionalmente ha estado relegada al ser considerada como la hermana pobre de la Arqueología frente a la excavación, quedando reducida a una actividad esporádica e individual (5).

Actualmente, las nuevas orientaciones arqueológicas vienen a dar la merecida importancia a la prospección, que queda englobada con de-

recho propio en los proyectos de investigación, desarrollándose una metodología adecuada tanto en las fases de búsqueda de información como en el descubrimiento de yacimientos arqueológicos, recogida de información en los mismos e interpretación.

La prospección proporciona una visión globalizada de la información arqueológica existente en un territorio concreto, de forma que el yacimiento arqueológico pierde su carácter aislado y se convierte en una unidad que puede analizarse estudiando las interrelaciones, tanto con otros yacimientos sincrónica y diacrónicamente, como con el medio ambiente en el que está inmerso; de esta manera el medio geográfico y sus relaciones con el hombre se convierten también en un importante campo de investigación.

Sin embargo, la prospección plantea una serie de problemas que están necesitando un desarrollo metodológico adecuado, uno de cuyos campos, con desarrollo todavía incipiente, corresponde a la Geoarqueología (6); así, podemos destacar:

1. La ubicación del yacimiento, ya que frente a casos claros de percepción del mismo, al trascender su forma y estructuras, en otros las alteraciones sufridas por procesos geomorfológicos hace la lectura más compleja, procesos erosivos pueden producir desde destrucciones totales o desplazamientos de materiales desde su lugar originario o, contrariamente, procesos sedimentarios pueden dar lugar a ocultaciones totales o parciales.

2. Delimitar el yacimiento, aspecto clave para señalar su tamaño, realizar cálculos de población y aplicar criterios de relación con otros yacimientos. En este sentido se ha podido comprobar que no siempre existe una lectura directa de las manifestaciones actuales y su dimensión primitiva incluso en asentamientos tan recientes como los ibéricos, encontramos casos como San Antonio de Calaceite o el Tarratrat de Alcañiz, que han visto mermado su tamaño primitivo, siendo el proceso de erosión mayor en poblados anteriores como el Castillo de Alfambra, del Bronce Medio.

3. La datación del yacimiento, hecho básico para poder realizar aquellos estudios de AE que necesitan tener segura la contemporaneidad de los yacimientos en estudio; avances en este sentido se están desarrollando (7) datando los yacimientos no sólo a partir de los denominados fósiles directores, sino valorando todo el conjunto de materiales localizados, para lo que se emplea el análisis multivariante, relacionándolos con materiales de yacimientos excavados y que cuentan con datación precisa.

4. Identificar la función; existen casos de manifestación superficial de yacimientos, como ciertos ibéricos, donde puede ser complejo determinar si corresponden a una necrópolis o a un asentamiento y, en este caso, el tipo del mismo.

1.2. La prospección tecnificada

Uno de los campos que está prestando una ayuda importante en aspectos como ubicar un yacimiento, delimitarlo, identificar estructuras, son los distintos métodos existentes de prospección tecnificada; su eficacia, rapidez y bajo coste económico respecto a la excavación son aspectos que deberían valorarse adecuadamente. Sin embargo, su uso en España es todavía muy marginal, contrastando con otros países europeos.

Se suelen utilizar las fotografías aéreas disponibles en el mercado (8); sin embargo, salvo en casos excepcionales como las prospeccio-

nes realizadas por Fernández Posse y Sánchez para la zona de la Valdería y la Cabrera de León (9), no es frecuente su aprovechamiento real; de nuevo nos encontramos ante una carencia formativa universitaria, ya que no es usual que un arqueólogo tenga conocimiento, de fotointerpretación. Sin embargo, las posibilidades mayores las proporciona la prospección aérea propiamente dicha, que permanece impracticable salvo honradas excepciones como las que realizó en España la Casa de Velázquez (10). También son todavía escasos los usos de la teledetección multispectral, aun cuando su aplicación para realizar estudios macroespaciales de un amplio territorio, conjugando su análisis con la prospección de superficie ha proporcionado notables resultados; así los estudios del también francés Menanteau, en la desembocadura del Guadiana (11).

La prospección geofísica, eléctrica y magnética parece contar actualmente con un desarrollo que, no obstante, dista de alcanzar las cotas europeas (12) incluso un instrumento electromagnético de fácil adquisición, como el detector de metales, ha quedado en uso, podría decirse exclusivo, tanto de aficionados como de clandestinos expoliadores, cuando su utilización por la Arqueología oficial en aquellos yacimientos cuya superficie ha podido ser alterada por actuaciones agrícolas, debería ser práctica común.

1.3. La excavación

También el enfoque de la excavación ha necesitado cambios para poder realizar estudios microespaciales, ya que es imprescindible el tener una visión horizontal de la distribución de los restos arqueológicos, para poder analizar las relaciones que se establecen entre ellos y deducir aspectos de sus agrupaciones, tales como áreas de actividad.

Los aportes metodológicos en este enfoque de la excavación horizontal surgen en Francia, ante la necesidad de avanzar en el conocimiento de los yacimientos paleolíticos. Es una respuesta a la excavación vertical, donde se primaba la

secuencia estratigráfica y la conexión que con ella presentaban los restos arqueológicos. Leroi Gourhan lo aplicará al asentamiento de Pincevent y Lumley en el de Laza-ret (13), en lo que se ha dado en llamar excavación etnográfica, desarrollando un minucioso registro de toda información arqueológica detectada.

El hecho de que este enfoque estuviera inicialmente vinculado al Paleolítico ha hecho que haya tardado en penetrar en excavaciones de épocas posteriores, con estructuras permanentes, donde el registro detallado de la información no se creía importante. Su aplicación a una casa ibérica ha servido para poder definir zonas de almacenaje, de consumo, etcétera (14), o en las necrópolis ibéricas para diferenciar patrones en la forma de colocar los ajueres (15). No obstante, en algunos casos se está dando un mal uso de la excavación horizontal, ante el olvido de la información estratigráfica.

2. APLICACION DE ALGUNOS DE LOS INSTRUMENTOS ANALÍTICOS DE LA ARQUEOLOGIA ESPACIAL

Realizar una exhaustiva recopilación crítica de las aplicaciones realizadas de la Arqueología Espacial en España sería una tarea que desbordaría las páginas encomendadas para este artículo; por ello la relación que se presenta debe entenderse como meros ejemplos ilustrativos de aplicaciones concretas de los instrumentos analíticos que se señalan.

2.1. La teoría del Lugar Central (TLC)

Surge en el marco de la Geografía al estudiar las relaciones entre los asentamientos (16). Si bien los precedentes se remontan al siglo XIX, va a ser Christaller, en 1933, quien, con criterios económicos, lance la teoría de la ciudad como lugar central del hábitat rural, estableciendo un modelo teórico donde

plasma los distintos niveles de jerarquía que relaciona entre sí por medio de mallas hexagonales de distinta amplitud. Estos modelos serán perfeccionados por Lösch en 1954, pero no alcanzarán su difusión plena hasta la década de los sesenta, dentro del marco de la denominada Nueva Geografía Locacional que tendrá su nacimiento en Cambridge con los máximos exponentes en las figuras de Hagget y Chorley. No es de extrañar que exista un trasvase metodológico en la propia Inglaterra, donde surgen los primeros trabajos colectivos que se publican en 1972, con aplicaciones que pueden considerarse ya como clásicas. Su utilización viene limitada, no obstante, a aquellas sociedades antiguas de organización avanzada.

En España, si bien encontramos precedentes que reflexionan sobre las categorías de las ciudades y su relaciones con los núcleos rurales (17), habrá que esperar a la transición de los años setenta/ochenta para encontrar los primeros trabajos.

En el valle medio del Ebro se han realizado distintas aplicaciones al poblamiento de época ibérica (18), demostrando arqueológicamente que en el área de la Celtiberia Citerior la ciudad, que surge en época tardía, es el centro que organiza el territorio. Se ha establecido también que existen tres niveles de jerarquización entre las propias ciudades. Otras conclusiones surgen de una visión diacrónica hasta época romano-imperial, demostrándose la existencia de un proceso paulatino de jerarquización, que supone la desaparición progresiva de ciudades, de forma que de aproximadamente 16 existentes en época ibérica se pasa a cinco al inicio del imperio y a dos a partir de Nerón. Es interesante destacar que la aplicación de la TLC fue determinante a la hora de diferenciar la existencia de dos Bilibilis, con ubicación distinta, una celtibérica y otra romana.

Otro de los territorios donde se ha hecho especial uso es en el alto Guadalquivir, destacándose los trabajos del colectivo que lidera A. Ruiz (19), la combinación de una estrategia prospectora junto con la excavación de yacimientos claves,

ha permitido conocer el proceso evolutivo y los cambios sufridos por el poblamiento ibérico desde el siglo VI. Sorprendió la existencia de una estructura jerarquizada de los asentamientos desde los primeros momentos, realizando importantes deducciones sobre el surgimiento del estado.

En otras regiones como la extremeña, los estudios se han centrado en época romana, presentando una continuidad desde los primeros trabajos de Cerrillo en 1980, a la tesis doctoral de Fernández en 1988 (20); se han realizado progresivas investigaciones que han tenido como base, al igual que en los casos anteriores, la prospección sistemática del territorio de forma que puede decirse que es la región donde más yacimientos romanos se conocen de toda la Península. Se han analizado las relaciones entre los asentamientos romanos y los indígenas, demostrándose que el cambio existente supone una planificación racional del territorio, que refleja la actuación de una estatalización intrusiva. Se han realizado estudios de las relaciones que se establecen en el poblamiento diferenciando tres escalones jerárquicos con distintos centros especializados dentro de cada nivel. También se ha profundizado en las relaciones que se establecen entre los *fundi* latifundistas del Bajo Imperio. Finalmente, debe señalarse la aplicación de las TLC a nivel micro, en la organización de la villa romana de Monroy, que ha permitido reflejar la jerarquización de sus espacios.

2.2. Los Polígonos de Thiessen (PT)

Surgen también en el campo de la Geografía y son propuestos en 1949 por Bogue (21), como forma geométrica de trazar las áreas de influencia de los límites metropolitanos de EE.UU. Dado que el reparto que se establece del territorio se realiza de forma teórica, a partir del cálculo de la mitad de la distancia existente entre dos centros próximos, su realización parte del supuesto de igualdad en la categoría de los citados núcleos.

Su aplicación en el territorio ibé-

rico del alto Guadalquivir (22), ha demostrado que en zonas de relieve intrincado, su tamaño tiende a reducirse, y con ello las distancias a los «oppida», conforme se sube en altura y fundamentalmente cuando aumenta el índice de pendientes y se pierde la visibilidad a corta distancia. Comparando estos resultados con los de otras zonas geográficas se evidencia, de forma clara, la existencia de diferentes patrones de asentamientos.

En el estudio de Fernández (23), sobre distintas ciudades romanas de Extremadura muestra la coincidencia de algunos de los límites de los PT con accidentes geográficos, caso de montañas y ríos, y en otros casos con vías romanas.

2.3. Los Modelos de Gravedad (MG)

El hecho de que los asentamientos presenten diferencias de tamaño e importancia, plantea la necesidad de que el territorio que les corresponde sea calculado de forma proporcional. El modelo se inspira en la teoría gravitacional de Newton y tiene la primera aplicación por Reilly en 1931 (24), en el campo de la Geografía, planteando una ecuación que calcula el punto que separa la influencia de dos ciudades de diferente categoría. En el campo de la Arqueología, los primeros MG se realizan en 1971 por Hogg, en el estudio de los «hillforts» ingleses (25).

En España, una aplicación del mismo es propuesto por Mayoral en 1984 (26), ensayando la eficacia del modelo en asentamientos actuales, y observando cómo los puntos de equilibrio calculados coinciden en unos casos con accidentes naturales y, en otros, con los límites actuales que demarcan sus territorios; posteriormente los utiliza en los asentamientos ibéricos de las comarcas catalanas del Barcelonés y del Maresme.

En la aplicación que realiza Collados, al poblamiento ibérico de la sierra de Albarracín (27), observa que existen puntos de equilibrio que coinciden con límites municipales actuales y, en otros, con accidentes de relieve significativos.

2.4. El «Site Catchment Analysis» (SCA)

Los primeros planteamientos se establecen en 1970 por Vita Finzi y Higgs, dentro de lo que se ha dado en llamar Escuela Paleoeconómica de Cambridge, una aproximación crítica con abundante referencia bibliográfica puede verse en los trabajos de Roper, Fernández y Ruiz Zapatero (28).

El método se basa en analizar las potencialidades económicas del entorno de un asentamiento, deduciendo el área habitualmente explotada. Se configura como un instrumento fundamental en el nivel de análisis semi-micro en las relaciones hombre-medio.

La procedencia inmediata del método se encuentra en el análisis geográfico de las sociedades campesinas y el etnográfico de las sociedades cazadoras-recolectoras, con lo que se crea el modelo del territorio teórico que se explota desde un asentamiento. Para su aplicación se debe: 1) delimitar teóricamente un territorio, para lo cual inicialmente se empleaban, según el tipo de economía, círculos de 5 y 10 Km, siendo corregido posteriormente a partir del cálculo del tiempo de desplazamiento de una y dos horas; 2) clasificar los recursos potenciales y su distribución, y 3) inferir la orientación económica.

El método se ha aplicado generalmente a economías autosuficientes y ha merecido diferentes críticas, que pueden sintetizarse en: los cambios ambientales a veces notables que han existido; el determinismo en el teórico uso del medio por el grupo humano que queda reducido a la figura del estómago bípedo. Con las pretensiones del SCA queda claro que la información más exacta la proporciona la excavación realizada sobre un asentamiento, pero ante la imposibilidad de excavar todos los yacimientos, su aplicación se hace necesaria en yacimientos prospectados, siempre que se contraste la información con los resultados de la excavación y se realice un riguroso análisis de las modificaciones ambientales.

Las aplicaciones más importantes en España han sido hechas por ex-

tranjeros, caso de Bayley y Davidson en 1983 (29), para el Paleolítico, con interesantes reflexiones metodológicas en su estudio. O las realizadas por el norteamericano Gilman y el geógrafo inglés Thornes (30), sobre la cultura de los Millares y Argar en el SE de España, con un problema en su planteamiento inicial, como fue el suponer tres categorías en el uso potencial del suelo: monte, secano y regadío, reduccionismo de la compleja realidad edáfica; junto con la presunción de una intensa distribución del regadío.

2.5. Test de Asociaciones (TA)

Uno de los test que más difusión ha tenido es desarrollado por Clark y Evans en 1954 (31) en el campo de la Geografía, y es conocido como el del vecino más próximo. Corresponde a una fórmula que refleja cuantitativamente la dispersión del hábitat, comparando la distribución real de los núcleos con una distribución teórica, demostrando si su ubicación sigue criterios regulares o no. Sus resultados sirven de apoyo estadístico para las deducciones que se establecen en las aplicaciones de las Teorías del Lugar Central.

Se han realizado aplicaciones del mismo a escala macro en el poblamiento ibérico del valle del Ebro (32) donde se observa que los asentamientos ibéricos no siguen criterios regulares; por el contrario, la aplicación a la ocupación romana de la zona de Extremadura (33), ha demostrado que en el caso de las ciudades están dispuestas de forma regular.

Su utilización para deducir asociaciones espaciales a nivel micro se realiza en los primeros años de la década de los setenta, aplicándose concretamente a la distribución de utensilios líticos y otros artefactos aparecidos en un suelo de ocupación; junto con el test del vecino más próximo, ensayado por Whallon en 1974 (34) encontramos también el test de X^2 desarrollado por Dacey en 1973 (35). Su aplicación en España tardará más que la de otros instrumentos de escala macro, anteriormente comentados. Un in-

tento de desarrollo conexionado de estos test ha sido presentado muy recientemente por Wunsch (36), quien ha aplicado una propuesta que denomina ANITES (Análisis de las interrelaciones espaciales de los elementos arqueológicos) al asentamiento mesolítico del Roc del Migdia (Vilanova de Sau, Barcelona), y que se concreta en un tratamiento estadístico inferencial a partir de un paquete estadístico informatizado, que trata de forma encadenada ambos test, con lo que consigue aislar las asociaciones de elementos significativos (AES), que reflejen actividades realizadas (zonas de combustión, de talla, procesamiento culinario, etcétera).

3. LAS NUEVAS TENDENCIAS

Tal como se indicaba inicialmente, estamos asistiendo en España, a un nuevo empuje, a mi modo de ver, bastante renovador, de los enfoques de la Arqueología Espacial. Es interesante constatar el papel activo que están teniendo las nuevas generaciones de arqueólogos, que vuelven a repetir el perfil de la generación que hace diez años iniciábamos las primeras aplicaciones de la AE (licenciados o muy recientes doctores que no alcanzan los 30 años, en situación de inestabilidad laboral), y si bien la enseñanza oficial universitaria de la Arqueología todavía no ha sufrido el cambio que necesita, se puede constatar una verdadera ruptura con la Arqueología tradicional, hecho que podría considerarse como muy incipiente en la primera generación. Dicha ruptura queda de manifiesto en la asunción consciente de los planteamientos teóricos que dirigen la investigación, pudiendo ya observarse la existencia de verdaderas corrientes que los agrupa, caso del estructuralismo, materialismo histórico, etcétera. Así, dentro de aquél surgen críticas, como las que realiza Criado (37), al enfoque que normalmente se hace del Espacio, impregnado de dimensiones economicistas, que no hacen más que trasladar al pasado las concepciones de la sociedad actual.

Realiza una defensa de la necesidad de la reconstrucción simbólica del espacio que estaba vigente en la cultura en estudio. También encontramos aplicaciones muy maduras del materialismo histórico, como las realizadas por Nocete (38) para las comunidades de la Edad del Bron-

ce del alto Guadalquivir, destacando también, en este caso, la amplia utilización de los métodos estadísticos de análisis multivariante.

Y si bien faltan por desarrollar aspectos concretos como los modelos predictivos para la localización de asentamientos (39), de los que

sólo existen trabajos aislados como el de E. Ruiz (40), sobre la localización de molinos medievales en la zona de Soria, se puede decir que en la situación actual de la Arqueología española las posibilidades que ofrece la AE distan de estar agotadas.

NOTAS

(1) Clarke D. L.: *Spatial Archaeology*, Londres, 1977; *Models in Archaeology*, Londres, 1972.

(2) Hodder, I. y Orton, D.: *Spatial Analysis in Archaeology*, Londres, 1976.

(3) Vita-Finzi, C. y Higgs, E. S.: «Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine; site catchment analysis», *Proc. prehist. Soc.*, 36, 1970, páginas 1-37.

(4) Burillo, F.: «Modelos sobre la utilización del medio geográfico en Epoca Ibérica; en el valle medio del Ebro», *Memorias de Historia Antigua III*, Oviedo 1979; *El valle medio del Ebro en época ibérica, contribución a su estudio en los ríos Huerva y Jiloca Media*, Zaragoza, 1981; Cerrillo E. y Fernández, J. M.: «Contribución al estudio del asentamiento romano en Extremadura. Análisis espacial aplicado al S. de Trujillo», *Norba*, I, Cáceres 1980, páginas 157-175; Ruiz A. y Molinos, M.: «Poblamiento ibérico de la Campiña de Jaén. Análisis de una ordenación del territorio», *Primeras Jornadas de Metodología de investigación prehistórica-Soria 1981*, Madrid 1984, páginas 421-430.

(5) Burillo, F.: «La prospección de superficie: algunas reflexiones sobre su situación actual en España», *Arqueoocritica*, I, Barcelona, en prensa; Ruiz Zapatero, G.: «La Prospección Arqueológica en España: Pasado, Presente y Futuro», *Arqueología Espacial*, 12, Teruel, en prensa; Ruiz Zapatero, G. y Burillo, F.: «Metodología para la investigación en Arqueología territorial», *II Congreso Mundial Vasco*, Múñibe, 45-46, San Sebastián, 1988, páginas 45-64.

(6) Burillo, F.; Peña, J. L. y Picazo, J.: «Acción del arroyamiento en yacimientos de conjuntos líticos y modelos de reconstrucción. Aplicación en Mora de Trubieles (Teruel)», *XVII, Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza, 1985, páginas 81-88; Burillo, F.; Gutiérrez, M. y Peña, J. L.: «La Geoarqueología como ciencia auxiliar: aplicación en la Cordillera Ibérica Turolesense», *Arqueología*, 26, Madrid 1983, páginas 5-13; Burillo, F. y Peña, J. L.: «Modificaciones por factores geomorfológicos en el tamaño y ubicación de los asentamientos primitivos», *Arqueología Espacial*, I, Teruel, 1984, páginas 91-105.

(7) Nocete, F.: *3000-1500. La formación del Estado en las campiñas del alto Guadalquivir. Análisis de un proceso de transición*, Tesis doctoral, inédita, Jaén 1988.

(8) Los vuelos disponibles que cubren toda España son los del Instituto Geográfico y Catastral a escala 1/30.000 y los más recientes de IRYDA a 1/18.000, ambos son susceptibles de visión estereoscópica, y en ambos se pueden obtener ampliaciones de 1 m² aproximadamente, que en el caso del último da una escala de 1/2.000.

(9) Fernández Posse, M.^a D. y Sánchez Palencia, F. J.: *La Corona y el Castro de Corporales II. Campaña de 1983 y prospecciones de La Valdería y La Cabrera (León)* EAE 153, Madrid 1988.

(10) Bazzana, A. y Humbert, A. (coord.): *Prospections aeriennes. Les paysages et leur histoire. Cinq campagnes de la Casa de Velázquez en Espagne (1978-1982)*, Publications de la Casa de Velázquez, Madrid; Passini, J.: «El conjunto urbano de Tritium Autrigonum», *Gerión*, 5, Universidad Complutense de Madrid 1987, páginas 281-287.

(11) Menanteau, L.: «Teledetección, paisaje y arqueología: su aplicación en las zonas costeras», *I Jornadas sobre Teledetección y Geofísica aplicadas en Arqueología*, Madrid (1986), en prensa.

(12) Kermorvant, A. et alii: «Detection et exploration de gisements archéologiques par des techniques de prospection électrique et magnétique: Intérêts et limites. Un exemple d'application en Pays Basque», *II Congreso Mundial Vasco*, Múñibe, sup. 6, San Sebastián, 1988, páginas 17-24; Romero, S.: *Necesidad de una manifestación interdisciplinaria: matemática y microinformática aplicadas a la arqueofísica*, Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, 1988, 12; una relación de las principales entidades que realizan este tipo de prospección en España en: *Jornadas sobre Teledetección y Geofísica aplicadas en Arqueología*, celebradas las primeras en Madrid en mayo de 1986 y las segundas en Mérida, en octubre de 1987, que permanecen inéditas.

(13) Leroi-Gourhan, A. y Brezillon, M.: *Fouilles de Pincevent, essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien*, Paris. CNRS, 1973; Lumley, H. de: *Une Cabane Acheuléenne dans la Grotte du Lazaret*, Paris, 1969.

(14) Burillo, F.: *El poblado de época ibérica y yacimiento medieval: «Los Castellares»* (Herrera de los Navarros-Zaragoza) I, Zaragoza 1983.

(15) Quesada, F.: *Armamento, Guerra y Sociedad en la necrópolis ibérica de El Ca-*

becico del Tesoro (Murcia), Memoria de Licenciatura Universidad Autónoma de Madrid (1988), inédita.

(16) Burillo, F.: «La aplicación de los modelos del Lugar Central a la Arqueología», *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*, Madrid, 1984, páginas 431-441; Grant, E. (Ed), *Central Place. Archaeology and History*, Sheffield, 1986; Johnson, G. A.: «A test of the utility of Central Place theory in Archaeology», en Ucko, P. J. et alii (eds): *Man Settlement and Urbanism*, Londres, 1972, páginas 769-786.

(17) Tarradell, M.: «Apostillas a las ciudades romanas en el Este de Hispania», *Simposio de ciudades Augústeas II*, Zaragoza 1976, páginas 269-273; Rodríguez Blanco, J.: «Relaciones Campo-Ciudad y Organización Social en la Celtiberia Ulterior (s. II a. C.)», *Memorias de Historia Antigua*, I, Oviedo 1977, páginas 170 y siguientes.

(18) Burillo, F. (1982): «La jerarquización del hábitat en época ibérica en el valle medio del Ebro. Una aplicación de los modelos locacionales», *IV Jornadas sobre el estado actual de los Estudios sobre Aragón*, Zaragoza, páginas 215-228; Burillo, F. y Ostale, M.: «Sobre la situación de las ciudades celtibéricas Bilibis y Segeda», *Kalahos*, 3-4, Teruel, 1983-84, páginas 287-309.

(19) Ruiz, A. y Molinos, M.: «Elementos para un estudio del patrón de asentamiento en las campiñas del alto Guadalquivir durante el Horizonte Pleno Ibérico (un caso de sociedad agrícola con Estado)», *Arqueología Espacial*, 4, Teruel 1984, páginas 187-206; Ruiz, A., et alii, «El poblamiento ibérico en el alto Guadalquivir», *Iberos*, Jaén 1987, páginas 239-256.

(20) Cerrillo, E.: «La aplicación de las teorías de Lugar Central al territorio romano de Augusta Emérita», *Arqueología Espacial*, 12, en prensa; Fernández, J. M.: *El asentamiento romano en Extremadura y su análisis espacial*, Cáceres 1988.

(21) Bogue, D. J.: *The structure of the metropolitan community: a study of dominance and subdominance*, Ann Arbor 1949. El método de realización de los PT, puede verse en Hagget, P.: *Análisis locacional en la Geografía Humana*, Barcelona 1976, página 321.

(22) Ruiz, A. y Molinos, M.: «Elementos para un estudio...», *op. cit.*, 1984, página 197.

- (23) Fernández, J. M.³: *El asentamiento romano...*, op. cit., 1988, página 126.
- (24) Reilly, W. J.: *The Law of retail gravitation*, New York 1931.
- (25) Hogg, A. H. A.: «Some applications of surface fieldwork», en Jesson M. y Hill, D. (eds.): *The Iron Age and its hill-forts*, Southampton University, 1971, páginas 105-125.
- (26) Mayoral, F.: «Contribución a la delimitación del territorio de los asentamientos protohistóricos. Aplicación de un modelo de gravedad», *Arqueología Espacial de Teruel*, 1984, páginas 73-98.
- (27) Collados, O.: *Introducción al poblamiento de época ibérica en el Noroeste de la Sierra de Alharracín*, Tesis de licenciatura, Universidad de Zaragoza 1986, inédita.
- (28) Fernández Martínez, V. y Ruiz Zapatero, G.: «El análisis de territorios arqueológicos: una introducción crítica», *Arqueología Espacial*, 1, Teruel, 1984, páginas 55-71; Roper, D. C.: «The method and theory of site catchment analysis: a review», *Advances in Archaeological Method and Theory*, II, Nueva York, 1979, páginas 119-140; Ruiz-Zapatero, G.: «L'Escola Paleoeconómica de Cambridge», en Anfruns, J., et alii, *Corrents Teòrics en Arqueologia*, Barcelona, 1988, páginas 62-83.
- (29) Bayley, G. N. y Davidson, I.: «Site exploitation territories and topography: two cases studies from Paleolithic Spain», *Journal of Archaeological Science*, 10 (2), 1983, páginas 87-115.
- (30) Gilman A. y Thornes, J. B.: *Land-use and prehistory in Sout-East Spain*, Londres 1985.
- (31) Clark, P. J. y Evans, F. C.: «Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations», *Ecology*, 35, 1954, páginas 445-453.
- (32) Burillo, F.: *El valle medio del Ebro...*, op. cit., 1981, página 309.
- (33) Fernández, J. M.³: *El asentamiento romano...*, op. cit., 1988, página 113.
- (34) Whallon, R.: «Spatial analysis of occupation floors, II, The application of nearest neighbour analysis», *American Antiquity*, 39, 1974, páginas 16-34.
- (35) Dacey, M. F.: «Statistical test of spatial association in the locations of tool types», *American Antiquity*, 38, 1973, páginas 320-328.
- (36) Wunsch, G.: *Proposta teòrico-metodològica per l'anàlisi de les interrelacions espacials dels elements arqueològics*, Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Barcelona (1987), inédita; «Cuantificación en Arqueología. El análisis de las interrelaciones espaciales de los elementos arqueológicos», *Revista de Arqueología*, 95, 1989, páginas 5-9.
- (37) Criado, F.: «Genealogía del Paisaje: Hacia una aproximación al Estudio de la Interrelación Naturaleza-Cultura», *II Deia Conference of Prehistory. Archaeological Techniques, Technology & Theory*. (Mallorca 1988), en prensa.
- (38) Nocete, F.: *3000-1500. La formación del Estado...*, op. cit.
- (39) Kohler, T. A. y Parker, S. C.: «Predictive Models for Archaeological Resource Location», en *Advances in Archaeological Method and Theory*, 9, Academic Press, 1986, páginas 397-452.
- (40) Ruiz, E.: «Teoría y práctica de la localización de los molinos en Soria», *Celtiberia*, 74, Soria 1987, páginas 309-325.

TERMOLUMINISCENCIA: APLICACIONES EN ARQUEOLOGIA

Tomás CALDERON GARCIA

Departamento de Química Agrícola,
Geología y Geoquímica
Universidad Autónoma de Madrid

INTRODUCCION

El fenómeno de la Termoluminiscencia (TL) fue descrito por vez primera por Robert Boile en 1663, en sus observaciones realizadas con diamantes («sobre un diamante que brilla en la oscuridad...»), no siendo hasta principios de este siglo, y más concretamente después de la II Guerra Mundial, cuando se comienzan los estudios con cierto valor científico.

Para explicar el origen físico de este fenómeno es necesaria una breve descripción del proceso que tiene lugar cuando una radiación ionizante interacciona con la materia. Así, cuando un cuanto de radiación electromagnética colisiona con un átomo tiene lugar una cesión de energía, que es aprovechada por los electrones correspondientes del átomo, para adoptar posiciones inestables (electrones excitados) o para provocar la salida de los mismos a otras posiciones de la red cristalina, que se conocen con el nombre de trampas o defectos. El electrón atrapado puede permanecer indefinidamente en estas trampas hasta que le sea suministrada la energía necesaria para salir de ella, por ejemplo, térmica. Es en este proceso de vencimiento de esta barrera energética y vuelta de los electrones a posiciones originales o equivalentes, donde se generan fotones de luz. Al ser éste un proceso de origen térmico recibe el nombre de Termoluminiscencia.

En términos más comunes podemos definir la TL como aquella emisión luminosa que tiene lugar en un sólido, cuando éste es sometido a un incremento de temperatura continuo y uniforme.

LA TERMOLUMINISCENCIA DE MATERIALES CERAMICOS

Como ya hemos establecido anteriormente, la TL tiene su origen en la interacción de radiaciones ionizantes (rayos X, radiación gamma, beta, etcétera) con la materia, mediante el cual los electrones son liberados de las trampas con ayuda de una energía de tipo térmico.

En relación al origen de la TL observada en una cerámica, hemos de considerar algunos aspectos importantes. Como es sabido, una cerámica está compuesta por una mezcla heterogénea de minerales tales como: arcillas, feldespato potásico, cuarzo, calcita, piroxenos, etcétera. Dichos componentes mineralógicos, fundamentalmente las arcillas, contienen normalmente pequeñas cantidades de elementos radiactivos (~ 5 ppm U, ~ 10 ppm Th, ~ 2 ppm de K-40), que actúan como emisores de partículas alfa y radiación beta y gamma, las cuales liberan electrones de los átomos que son atrapadas en las trampas.

Cuando una cerámica es sometida a un tratamiento térmico de cocción a una temperatura superior a 500°C , todos los electrones atrapa-

dos son liberados en forma de luz, comenzando un nuevo periodo de almacenamiento energético. Es desde este momento, llamado de puesta a cero cronológico y que viene representado por este tratamiento térmico, cuando comienza el proceso de datación por TL en Arqueología. Es decir, se data desde el momento de la salida del horno de la pieza cerámica hasta la medida de la TL en el laboratorio.

La TL que se observa en una cerámica proviene fundamentalmente de los minerales considerados como minoritarios (cuarzo, feldespato, circón, etcétera), los cuales pueden encontrarse en cantidades y relación de tamaños variables, en función del contexto histórico y/o de necesidades o conocimientos técnicos de la época. Es, así, que para la obtención de una mayor precisión en el fechado de restos arqueológicos se ha propuesto una serie de métodos que tengan en cuenta esta problemática; entre los más importantes tenemos:

- Técnica de grano fino («fine grain», Zimmerman, 1971).
- Técnica de la inclusión del cuarzo («inclusión», Fleming, 1970).
- Técnica del circón (Sutton y Zimmerman, 1976).
- Técnica del feldespato (Mejhal, y col., 1982; 1983).
- Método de la dosis previa (Fleming, 1973).
- Método de la sustracción (Fleming y col., 1973).
- Método de fototransferencia electrónica (Bowman, 1979).

De los cuales, «fine grain» e «inclusión» son los más utilizados en la actualidad.

Para completar esta panorámica hemos de recordar, que desde la cocción de la cerámica ésta no sólo ha venido sufriendo la radiactividad propia de los elementos característicos que contiene (radiactividad interna) sino que, además ha recibido una dosis procedente del ambiente externo. En este punto hay que recordar que los restos arqueológicos examinados están normalmente sepultados, a cierta profundidad, durante siglos y han recibido la contribución de la radiación emergente del terreno que las contenía o de las rocas que las rodeaban; sin olvidar tampoco la contribución de la radiación cósmica (RC), muy energética y penetrante, que también contribuye.

APLICACIONES DE LA TL A LA ARQUEOLOGIA

El método de la TL fue desarrollado inicialmente para comprobar las interesantes propiedades que ofrecían ciertos materiales como dosímetros (medidores de radiación), así como para la datación de materiales geológicos (Daniels y col., 1953). Es a partir de 1962 cuando se inicia en Oxford (Inglaterra) un serio esfuerzo para tratar de aplicar esta técnica a materiales arqueológicos. Un amplio resumen de este periodo puede consultarse en la obra de Aitken (1974, 1985).

Las aplicaciones de la TL al campo de la Arqueología son básicamente dos: autenticación y datación de restos cerámicos.

La primera de ellas puede resultar particularmente importante para cerámicas de época clásica griega o romana, o para aquellas precolombinas, donde, existiendo criterios estilísticos válidos para su correcta datación, se duda de su posible autenticidad. Se trata, así, de evitar ciertos fraudes que pudieran ocurrir cuando el Estado o cualquier institución pública, se ve obligada a comprar colecciones privadas, donde los objetos están fuera

de su contexto arqueológico natural y pudieran haberse cometido delitos de falsificación, frecuentes en el siglo pasado.

La segunda aplicación tiene por objeto la datación absoluta de restos arqueológicos, siendo particularmente útil en aquellos casos en los cuales los elementos estilísticos no son suficientes para un correcto fechado (por ejemplo, cerámicas proto y prehistóricas).

Una vez que se han vaciado todas las trampas de la muestra problema, se efectúa un segundo barrido, con la misma muestra, para obtener el denominado «cuerpo negro» (BB), es decir, aquella emisión procedente del sistema de medida y que representa el ruido de fondo del mismo, junto con la emisión roja del sistema de calentamiento (figura 1b). Dicho fondo debe ahora ser restado de la curva (a) para obtener

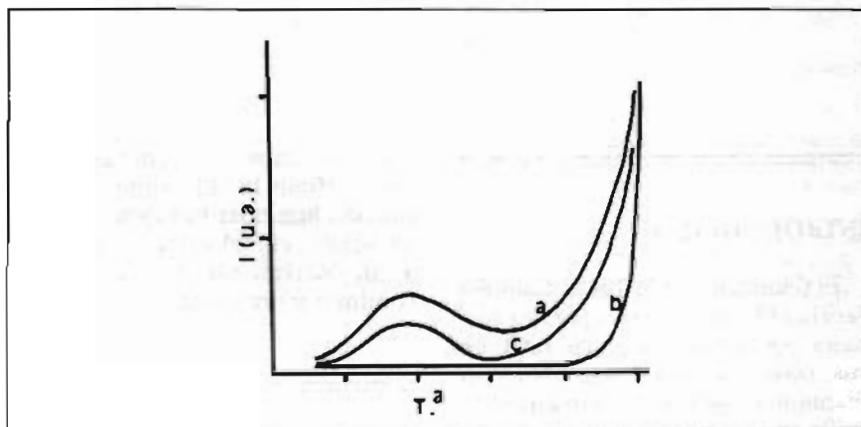


Figura 1a. Curva de TL de muestra cerámica sin irradiar; 1b) Emisión del cuerpo negro, 1c) Curva de TL de una muestra cerámica irradiada.

Para llevar a cabo un análisis de autenticación es necesaria una toma de muestra sobre el objeto arqueológico del orden de 0,5 a 1 gramos. A partir de este momento y mediante una adecuada selección del tamaño de grano de la muestra, se deposita la misma en varios discos de aluminio para su análisis por TL. Las muestras, así preparadas, son sometidas a un incremento térmico próximo a los 500° C, con una velocidad de calentamiento de 20° C/seg y en atmósfera inerte (nitrógeno muy puro) para evitar problemas de índole externo (presencia de oxígeno y agua, los cuales afectan a la calidad de la medida). En estas condiciones, y como ya fue comentado anteriormente, se obtiene una emisión luminosa que es recogida por un fotomultiplicador. La salida del mismo, junto con la correspondiente a la del termopar de medida de temperatura en el horno, es recogida en un registro XY, obteniéndose de esta manera una curva que representa la emisión luminosa en función de la temperatura, debida a la TL natural de la muestra (figura 1a).

la verdadera emisión del cuerpo cerámico.

Una vez acabada esta fase debemos comprobar la respuesta de nuestra muestra frente a una dosis fija de radiación. Para ello, otros discos de la muestra anteriormente preparada son irradiados con beta, midiéndose a continuación su TL (figura 1c). Si se diera el caso que en el análisis comparativo de las curvas de TL, figuras 1a y 1c, las emisiones detectadas fuesen similares, la muestra correspondiente debe considerarse como una producción reciente, esto es, una falsificación.

Para poder efectuar una datación absoluta por TL se pueden escoger varios métodos (ver apartado 2), aunque nosotros nos referiremos en este trabajo al conocido como «fine grain», por ser aquél mediante el cual comenzaremos a datar cerámicas

en nuestro laboratorio de la Universidad Autónoma de Madrid.

Una vez tomada la muestra de la cerámica correspondiente (entre 0,2 - 0,5 mg) y preparada según el método descrito por Zimmerman (1971), hemos de tomar en conside-

ración la siguiente expresión para el cálculo de la edad:

$$[1] \text{ EDAD} = \frac{\text{Dosis arqueológica total}}{\text{Dosis anual}}$$

Es decir, la edad en años viene representada por el cociente entre la dosis recibida por la cerámica durante su enterramiento (Dosis total) y la radiación media que recibe al año en esta situación (Dosis anual).

No obstante la sencillez mostrada en la expresión [1], la misma se complica en la práctica al tener en cuenta los factores que influyen en la misma, esto es, la contribución diferente de los tres tipos de radiación presente en el entorno natural y en la misma muestra (alfa, beta, gamma). De esta forma, la expresión [1] debe exponerse de la siguiente forma:

$$[2] \text{ EDAD} = \frac{\text{Dosis total}}{K.D_{\alpha} + D_{\beta} + D_{\gamma} + R.C.}$$

Donde D_{α} , D_{β} y D_{γ} , son las distintas contribuciones debidas a cada tipo de radiación considerado, y K es un factor de corrección de la dosis alfa, necesario, dado que la efectividad de la producción de TL es menor que la correspondiente a la radiación beta y gamma, y RC es la contribución correspondiente de la radiación cósmica.

Para el cálculo de la Dosis total es necesario medir las intensidades de la emisión de TL, tanto en muestras naturales como irradiadas con diversas dosis de beta, obteniéndose así la variación de la intensidad con la dosis de irradiación (figura 2) y, por extrapolación, la correspondiente Dosis equivalente (DE).

Para el cálculo de la Dosis anual hemos de tener en cuenta que en la misma han contribuido: i) las impurezas radiactivas presentes en la cerámica, ii) la emisión gamma del suelo circundante, y iii) la radiación cósmica.

i) El contenido de impurezas radiactivas presentes en la muestra (U, Th), se puede calcular mediante el conteo de la emisión alfa procedente de la misma, y el K-40, se evalúa, normalmente, por fotometría de llama.

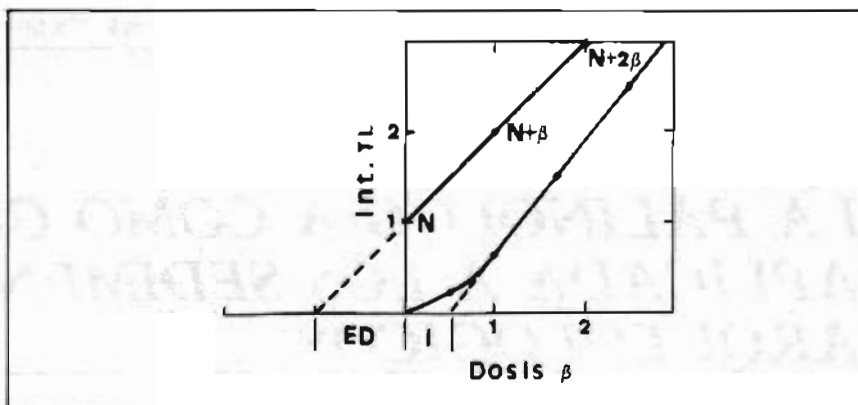


Figura 2. Cálculo de la Dosis Total mediante irradiación beta. N , representa la intensidad de emisión de TL de una muestra sin irradiar; $N + \beta$, $N + 2\beta$, etcétera, representan la intensidad de TL obtenida con muestras irradiadas a dosis β , 2β , etcétera. I , representa la corrección por supralinealidad.

ii) El conteo de radiación gamma se puede evaluar, bien directamente en el terreno con contadores de tipo Geiger-Muller o con equipo similar al utilizado en el apartado i).

iii) La contribución de la RC viene considerado como una constante próxima a 0,016 rad/año.

De esta forma y una vez calculados el numerador y el denominador de la ecuación [2] se obtiene la edad de la muestra arqueológica considerada.

CONSIDERACIONES FINALES

No obstante a lo anteriormente expuesto y a la aparente sencillez del método, se considera oportuno ampliar, muy brevemente, algunos aspectos referentes a esta técnica.

1) Debido a su propio fundamento e hipótesis de partida (puesta a cero del reloj cronológico mediante tratamiento térmico), esta técnica debe ser utilizada en datación para aquellos compuestos inorgánicos que previamente hayan sufrido un calentamiento superior, al menos, a 300° C. Esto equivale a decir que resultan óptimos para datar aquellos materiales tales como: cerámicas, terracotas, piedras de hogar, vidrios, porcelanas, etcétera.

2) El rango de edad cubierto es de aproximadamente de un millón de años.

3) El error asociado a la edad calculada es del orden del 5 por 100.

4) Siempre que sea posible, la toma de muestras debe hacerse en colaboración con el equipo encargado de datar.

Agradecimiento: la adquisición del equipo de TL necesario para la datación ha sido financiado gracias a una subvención de la DGCT, Proyecto número PB. 87-0091-CO2-02.

BIBLIOGRAFIA

- Aitken, M. J. (1974): *Physics and Archaeology*, Clarendon Press, Oxford.
- Aitken, M. J. (1985): *Thermoluminescence Dating*, Academic Press.
- Bowman, S. G. E. (1979): «Phototransferred thermoluminescence in quartz and its potential use dating», *PACT*, 3, 381-400.
- Daniels, F.; Boyd, C. A. y Saunders, D. F. (1953): «Thermoluminescence as a research tool», *Science*, 117, 343-349.
- Fleming, S. J. (1970): «Thermoluminescence dating: refinement of the quartz inclusion method», *Archaeometry*, 12, 133-147.
- Fleming, S. J. (1973): «The pre-dose technique: a new thermoluminescence dating method», *Archaeometry*, 15, 13-30.
- Stoneham, D. D. (1973): «The subtraction technique of thermoluminescence», *Archaeometry*, 15, 229-238.
- Megdhal, V. (1983): «Feldspar inclusion dating of ceramics and burnt stones», *PACT*, 9, 351-364.
- Winther-Nielsen, M. (1982): «Thermoluminescence dating based on feldspar inclusion», *PACT*, 6, 426-437.
- Sutton, S. R. y Zimmerman, D. W. (1976): «Thermoluminescence dating using zircon grains from archaeological ceramics», *Archaeometry*, 18, 125-134.
- Zimmerman, D. W. (1971): «Thermoluminescence dating using fine grains from pottery», *Archaeometry*, 13, 29-52.

LA PALINOLOGIA COMO CIENCIA APLICADA A LOS SEDIMENTOS ARQUEOLOGICOS

Pilar LOPEZ GARCIA

Centro de Estudios Históricos del CSIC

LA palabra Palinología comienza a usarse como tal a partir de los años cuarenta de nuestro siglo. Su significado es el estudio de los granos de polen y esporas. Etimológicamente procede del verbo griego «palyneim» cuya traducción sería «espolvorear». Como técnica de análisis inicia su trayectoria a finales del siglo XVII, gracias, fundamentalmente, a la invención del microscopio, aunque su gran desarrollo no se produce hasta mediados del pasado siglo, centrándose principalmente en el estudio morfológico de los pólenes actuales.

Partimos de un principio básico y fundamental: el cambio de clima lleva consigo el cambio de flora, y como consecuencia la secuencia de ésta nos indica la sucesión climática. El polen y las esporas serán parte de los testigos de esta sucesión.

La gran cantidad de pólenes que cada año se producen, su capacidad de conservación unida a la variedad de estructura de su exina, hacen de este tipo de material una fuente de información esencial para el conocimiento de la flora del pasado. Cuando el contenido de los sacos polínicos se madura, la antera se abre y quedan en libertad los granos del polen. Este proceso es conocido con el nombre de polinización. Las flores anemófilas son las que tienen mayor importancia para nuestros fines, siendo las que mayor cantidad de polen producen. Cuando éste es movilizado por el viento, una parte alcanza su propósito: fecundar los órganos femeninos de una planta de la misma especie, mientras que una gran cantidad

queda en suspensión, llegando a recorrer muchos kilómetros. Cuando se precipita se produce la llamada «lluvia polínica», quedando el polen incorporado al sedimento sobre el que cae.

Los análisis polínicos empiezan a tener una larga tradición, y ello se refleja en un buen catálogo bibliográfico. Ha sido aplicado en diferentes zonas, desde los trópicos hasta los polos, y en materiales muy diversos: lagos, pantanos, suelos, graveras, e incluso hielo. Se entiende que el análisis del polen sirve para establecer la secuencia de la vegetación durante el Pleistoceno y el Holoceno, pero también, la presencia de palinomorfos en depósitos se utiliza para explicar la relación del hombre con su medio.

Desde el punto de vista arqueológico, los depósitos polínicos no pueden utilizarse para analizar estudios paleoecológicos en sentido estricto, siendo, sin embargo, muy útiles para obtener información sobre las actividades del hombre. Así, durante muchos años, esta Ciencia ha sido aplicada para explicar las relaciones del hombre y su medio a través de su historia cultural.

Los depósitos más interesantes provienen de zonas estratificadas sumergidas. Por razones obvias, este tipo de lugares no están asociados a ocupaciones humanas, sin embargo, han ofrecido una valiosa contribución para poderlos comparar con los resultados que ofrecen los depósitos arqueológicos, donde la actividad de sus pobladores queda perfectamente reflejada.

Los análisis de polen se han apli-

cado en una amplísima extensión geográfica, aunque es verdad que los resultados más favorables se obtienen en las regiones frías ya que éstas ofrecen las mejores condiciones de preservación. Sabemos que el polen se conserva en aquellos lugares donde la acción microbiológica queda inhibida, caso de los depósitos sumergidos. Otros factores pueden contribuir a la perfecta preservación polínica, éste es el caso de lugares con extrema aridez (desiertos), alta acidez (PH bajo), altos niveles de sal, o presencia de iones metálicos, principalmente de cobre.

La mayoría de los yacimientos arqueológicos en nuestra península se sitúan en áreas de sequedad estacional, habiendo algunas en la que ésta es, casi permanente. Como la interpretación de los resultados de un análisis polínico en yacimiento arqueológico depende de lo que le ocurra al polen en el suelo, es éste un factor que hay que tener en cuenta. Partimos de un principio básico: un depósito es una acumulación progresiva, y esto está claro en el caso de turberas o pantanos. De este modo, la «lluvia polínica» de la vegetación local y regional va incorporándose en el mismo proceso de formación. Aunque hay excepciones, es aceptado de modo general que, una vez incorporado al sedimento, el polen se mueve, bien hacia arriba o hacia abajo. Excepto en aquellas regiones donde hay una larga estación seca, el movimiento es, predominantemente, hacia abajo a causa de la lluvia. La velocidad de este movimiento depende de varios factores, pero la media estima-

da es de 10 centímetros cada 300 años (G.W. Dimbleby, 1985).

La distribución polínica en los perfiles mantiene una norma: las frecuencias absolutas son más altas en la zona próxima a la superficie, decreciendo con la profundidad; los taxones dependen, por otro lado, de la edad. Cuanto más tiempo está el polen en el suelo, más posibilidades tiene de ser atacado por bacterias. Los taxones más frágiles serán los que antes acusen este ataque, manteniéndose bien los que tienen la exina (superficie externa) más resistente. Una ojeada a cualquier análisis muestra que las capas superiores tienen más taxones que las inferiores ya que, algunos de éstos se han descompuesto antes de alcanzar los niveles más bajos. Consecuencia de esto es el alto porcentaje de esporas y otros granos resistentes que aparecen muchas veces en las capas inferiores sin que pueda interpretarse como una particular comunidad de plantas, indicativas de unas condiciones determinadas. La cuestión de la descomposición diferencial ha sido analizada por diversos investigadores europeos, obteniendo resultados que llevan a concluir que la alteración varía enormemente entre unos suelos y otros, siendo las esporas los taxones más resistentes a cualquier tipo de corrosión.

A veces aparecen concentraciones de ciertos tipos de pólenes en grandes cantidades. Ello puede explicarse como consecuencia de agentes externos: por ejemplo, el hombre aporta vegetación en flor, bien como parte de una práctica agrícola, bien como adecuación de un determinado lugar para su habitabilidad. Además del hombre, algunos animales pueden aportar concentraciones de determinados tipos de pólenes: éste puede ser el caso de los altos porcentajes de *Asteráceas* ligulifloras (cichoriadas) aportadas por las abejas (S. Bottema, 1985).

Muestreos

La primera cuestión que se plantea es cómo extraer el sedimento para la realización de un análisis polínico en un yacimiento arqueológico.

Como norma general, tenemos

que decir que una muestra aislada carece de valor. La única situación en la que ésta sería aceptable, es en la que no hay duda de que el polen en la muestra puede haberse depositado en un único momento: un enterramiento, el fondo de una vasija. En cualquier otro contexto, el muestreo debe ser seriado a lo largo de un depósito sobre el que puedan construirse curvas que proporcionen bases suficientemente sólidas para una interpretación posterior. En yacimientos con cierta profundidad, y dependiendo del período cultural sobre el que trabajemos, los intervalos pueden ser cada 5 ó 10 centímetros, pero donde las características arqueológicas o sedimentológicas lo exijan, puede ser necesario muestrear cada 0,5 centímetros o menos. Ello permitirá el reconocimiento de cambios ambientales a escala local.

Antes de abordar la toma de sedimentos debe elegirse el corte, o los cortes en los que va a realizarse. En ello intervendrán, tanto el palinólogo como el arqueólogo y sedimentólogo. Se trata de elegir el que mejores posibilidades tenga: ausencia de piedras, hogares, buzamiento de niveles, raíces, etcétera.

Una vez elegido, debe limpiarse perfectamente, refrescando el corte unos cinco centímetros, y comenzando por arriba hasta llegar al fondo. Una vez limpio, se coloca una cinta métrica para señalar perfectamente las profundidades. Con esto preparado, podemos iniciar el muestreo, comenzando por abajo para finalizar en la superficie. La abundancia de polen en una muestra varía enormemente en función de la naturaleza física del depósito en sí mismo. Una buena técnica para muestrear un material blando, puede ser inútil en una gravera. La variación de la textura puede variar desde la superficie a la base del perfil. Si el depósito es arenoso, es conveniente cortarlo en pequeños bloques con sonda tubular. Cuando el material tiene un alto contenido en arcilla, el único sistema posible es cortarlo en bloques. Las graveras y suelos con piedras, no tienen ningún sistema determinado, y cada cual utiliza el método que le resulta más práctico.

Muestreos ocasionales:

Son aquellos que son susceptibles de proporcionar información sobre su origen, composición y papel. Este es el caso del contenido de ánforas, vasos de ofrenda, fondo de sarcófagos, vísceras, etcétera.

Muestreos puntuales:

Son los que se efectúan en los sedimentos en función de características especiales: cambio de color, textura, adobes, entramados de cañas, etcétera.

Cada muestra debe ser claramente etiquetada, de forma que la lectura sea legible, haciendo referencia al perfil, profundidad y características visibles, junto a datos estrictamente arqueológicos: período cultural, dataciones del C14, si las hubiera, etcétera.

Proceso en laboratorio

Una vez tomada la muestra, debería comenzarse el análisis dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a fin de evitar la posible degradación de los palinomorfs. En el estado actual de nuestros medios humanos, más que técnicos, esto es prácticamente imposible. En este caso, lo mejor es secar la muestra entre 90 y 100 grados, temperatura suficiente para eliminar la humedad y no destruir el polen (esto ocurre con temperaturas superiores a los 300 grados).

El proceso químico de laboratorio depende de cada investigador: métodos hay muchos y cada uno usa el que le resulta más práctico y efectivo, en función de los sedimentos con los que trabaja.

Vamos a exponer aquí el que utilizamos normalmente, sin que ello quiera decir que, en un momento determinado, podamos utilizar cualquier otro por razones específicas. En cualquier caso, las variaciones son mínimas, ya que la destrucción de los principales componentes, se realizan siempre con el mismo tipo de productos químicos.

— Se pesan 20 gramos de sedimento seco.

- Se retiran las piedras y restos más gruesos, machacando, si fuera necesario algún fragmento.
- Añadir CLH para disolver los carbonatos.
- Centrifugado a 3.000 rpm durante cinco minutos.
- Cuando el sedimento está seco se le añade HF al menos durante cuarenta y ocho horas.
- Se decanta y se tira el sobrenadante.
- Se le añade a la muestra restante CLH al 50 por 100 y se pone al baño María de 5 a 10 minutos.
- Se centrifuga de nuevo, tirando el sobrenadante.
- Estas dos últimas operaciones se repiten, al menos, dos veces más.
- Se le añade KOH al 10 por 100 y se pone al baño María 10 minutos.
- Si una vez centrifugado y lavado, sigue quedando el agua negruzca se repite la operación tantas veces como sea necesario, hasta que el sobrenadante está transparente.
- En este momento, se dejan los tubos boca abajo sobre un papel de filtro, al menos media hora. Una vez seco el sedimento, se le añade cloruro de zinc ($d=2$), mezclándolo bien.
- Se centrifuga a una velocidad de 1000 rpm, durante 5 minutos.
- El sobrenadante se vuelca cuidadosamente sobre un tubo de cristal.
- Se le añade CLH al 25 por 100 para rebajar la densidad y poder recuperar el polen.
- Se centrifuga a 3.000 rpm durante cinco minutos.
- Se lava la muestra las veces necesarias hasta que el sobrenadante sea totalmente transparente.
- Se colorea con fuschina básica.
- Se monta la muestra sobre glicerina.

Una vez realizado el proceso químico comienza el trabajo más especializado: la identificación y el cómputo.

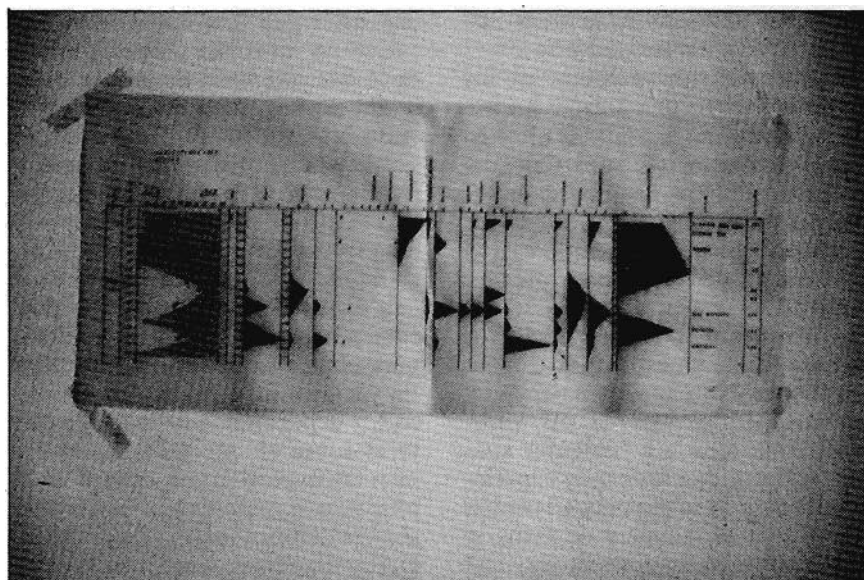


Figura 1. Representación de los taxones aparecidos en el análisis de un yacimiento, en un diagrama convencional.

Los taxones más simples (*Pinus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Taraxacum*, etcétera) son fácilmente reconocibles tras unas pocas sesiones de trabajo de análisis comparativos, tanto sobre láminas de polen fresco fosilizado (palinoteca) como de revisión fotográfica de los mismos (fototeca). El problema se plantea con los taxones más dificultosos, que además suelen ser aquéllos con un alto significado ecológico. A ello hay que sumar el problema, mencionado anteriormente, de la corrosión, fragmentación y daño, hecho bastante frecuente en los sedimentos arqueológicos (M.T. Morzadec-Kerfourn, 1977: 51-53).

Como guía general, se considera que un estudio polínico es válido cuando presenta una lista de, al menos, 20 taxones, debiéndose contar un número de granos superior a los 200. Esta claro que esta norma no es siempre aplicable cuando trabajamos con materiales procedentes de excavaciones al aire libre, ya que se trata de sedimentos donde han actuado un gran número de factores, en contra de la conservación de los palinomorfos. En cualquier caso, lo que tenemos que conseguir es encontrar un número de taxones, suficientemente significativo, a fin de asegurar que nuestras conclusiones son válidas desde el punto de vista botánico.

Una vez realizado el cómputo, se hace un análisis numérico obteniendo los porcentajes que cada género presenta respecto al total, excluyendo en cada caso los taxones que consideremos fuera de las pautas, caso de las esporas, plantas acuáticas, ya que su inclusión supondría un enmascaramiento de la situación real.

El paso siguiente es el establecimiento de un diagrama que visualice gráficamente los resultados obtenidos.



Figura 2. Polen de *Betula* (abedul) a 1.000 aumentos.

nidos. Para ello, se va marcando en «espectros» los datos de cada muestra. Denominamos así al resultado gráfico de una única muestra, siendo el diagrama la suma de todos ellos. Hay una serie de símbolos, universalmente aceptados, para muchos de los taxones, principalmente los que corresponden a árboles y arbustos; el utilizar éstos, o poner cada género en columnas individualizadas, depende de cada investigador. Los símbolos mencionados se colocan, generalmente, en la primera columna, situada a la izquierda del diagrama; de forma que en una primera ojeada puedan visualizarse sin dificultad los caracteres más sobresalientes. Es en esta primera columna también donde se relaciona, mediante columna de distinto entramado, la proporción AP/NAP, es decir, la proporción de árboles y arbustos respecto al total de herbáceas. Las columnas siguientes son las destinadas a todas aquellas plantas que no han sido agrupadas en la primera. Son el resto de los árboles y arbustos no incluidos, y las herbáceas. En ellas conviene hacer bloques de agrupaciones en función de sus caracteres fitológicos y ecológicos. Así, podemos ver grupos de: plantas propias de espacios abiertos; plantas propias de espacios secos y cerrados; plantas propias de espacios húmedos, plantas antropógenas; acuáticas y pteridofitas o helechos. De este modo, la interpretación posterior queda enormemente facilitada. La penúltima columna está destinada a las denominadas «Varia»; es decir, son todas aquellas que, o bien han aparecido en contadas ocasiones, o las que presentan un porcentaje inferior al 0,5 por 100, de modo que su representatividad en el total resulta insignificante.

La columna final está destinada a señalar el número total de pólenes y esporas contabilizados en cada muestra. En algunos diagramas, puede observarse al final un valor que señala la riqueza polínica por gramo de sedimento. Se trata de una fórmula matemática que permite saber si la disminución o la desaparición de un taxón es real o debido a un efecto estadístico (M. F. Sánchez-Goni, 1987).

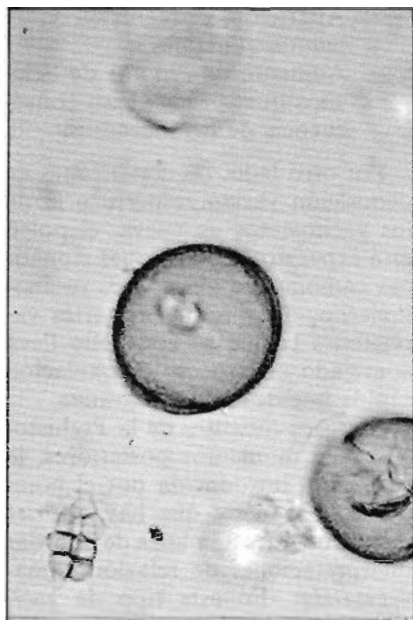


Figura 3. Polen de *Fagus silvatica* (haya) a 1.000 aumentos.

ESTUDIO POLINICO EN YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS

Abrigos y cuevas

Aunque el término es similar, unos y otros presentan notables diferencias en cuanto a los resultados que ofrecen los análisis polínicos. En general, las cuevas se encuentran en áreas de rocas solubles, y la formación de las primeras es debida, fundamentalmente, a la solución de las segundas. Sus dimensiones dependen de la estructura rocosa, pudiendo llegar a tener cientos de metros. Por contraste, los abrigos no tienen más que una escasisima profundidad. Muchos de éstos se han formado como consecuencia de la acción lateral de rápido fluido de agua o lento movimiento del hielo. Sea cual sea el caso, su formación depende más de procesos puramente mecánicos que químicos. Sus depósitos se derivan de acúmulos mecánicos de las paredes y techo, a lo que se suman los detritos procedentes del exterior. La situación de los abrigos es muy similar a la que se produce en la entrada de las cuevas.

Tanto unos como otras han sido

una importante fuente de información desde el punto de vista palinológico, y sobre ellos se han fijado los cambios de la vegetación durante el Pleistoceno y el tránsito de éste al Holoceno o Posglacial.

El análisis polínico en este tipo de yacimientos se utiliza para proveer un marco medioambiental a un período determinado y eventualmente, para suministrar una datación relativa. La Palinología en cuevas ha proporcionado una secuencia climática de los últimos 50.000 años.

Los yacimientos en cuevas o abrigos suelen corresponder a fases encuadradas en el Pleistoceno, y en el tránsito al Holoceno. Se trata de períodos en los que los cambios climáticos son fuertes, y las diferencias en la vegetación quedan bien marcadas. Es por esta razón por lo que podemos decir que puede utilizarse, en determinadas ocasiones, como marco cronológico, aunque hay que dejar muy claro que éste no es un sistema de datación; para ello hay técnicas más fiables, y así se ha reconocido internacionalmente.

Es interesante conocer qué tipo de pólenes son los que llegan a estos yacimientos. Para ello se utilizan las denominadas «trampas de polen», situadas en diferentes puntos de la cueva. Consisten en bastidores de gasa, impregnada de gelatina, montados sobre soportes de aluminio o madera. Sobre ellos el polen, en un momento de su recorrido queda atrapado, siendo fácilmente estudiado. Es con este sistema (P. Cour, 1974), como se ha visto que el polen no penetra más allá de los 10 primeros metros de la entrada, aumentando esta distancia si existe una corriente interna. La cantidad de polen es muy baja, aunque los yacimientos ocupados por el hombre presentan un mayor número de taxones, principalmente, de herbáceas, aportadas por éste en los pies, sus vestidos, el cabello, o como modo de adecuación del espacio interior.

Las cuevas proporcionarán pues, una información de la vegetación local, entendiendo como tal la que está en torno a 25 metros de la cueva, no sirviendo como base de indicación regional. Por todas las razones expuestas anteriormente, somos

conscientes que se impone una gran prudencia a la hora de realizar interpretaciones (M. Couteaux, 1977).

Los abrigos presentan una situación intermedia entre los depósitos en cueva y los que están al aire libre, puesto que no tienen el inconveniente de la profundidad. La poca potencia que, en general, suelen tener estos depósitos, unido a la orientación (como ocurre en las cuevas), condiciona los resultados.

Los yacimientos al aire libre reciben «lluvia polínica» regional, entendiendo como tal la que se sitúa en un entorno lejano. Esta ventaja se ve alterada por los problemas que plantea este tipo de sitios: los yacimientos situados al aire libre corresponden, casi en su totalidad, al Holoceno y, económicamente a poblaciones, cuando menos, recolectoras, siendo más frecuentes las que pertenecen a sociedades agrícola-ganaderas. El hombre ha establecido con su medio una relación de dependencia activa, es decir, controla su proximidad y la altera; se trataría de procesos de tala-quema-cultivo. Ello, unido a que el hábitat ha variado, apareciendo construcciones de diversos tipos y tamaños que remueven sedimentos anteriormente depositados, produce un desequilibrio respecto a etapas anteriores, quedando reflejado en los análisis polínicos:

- Disminución de taxones arbóreos en favor de herbáceas.

- Aparición de cereales y de plantas ruderales.
- Aumento de esporas de helechos que surgen como consecuencia de los incendios.

Por otro lado, las condiciones de deposición varían respecto a la de los yacimientos en cueva: el polen está expuesto a condiciones climáticas cambiantes: día-noche, verano-invierno, que producen fuertes variaciones térmicas. Todo ello lleva aparejado un proceso de oxidación rápida que destruye los granos.

En fases recientes de la Prehistoria, y en momentos posteriores, la alteración introducida por el hombre es tan fuerte que hay que ser muy prudentes a la hora de abordar interpretaciones de relación clima-vegetación. En este tipo de yacimientos, por lo menos los situados en la Meseta española, son frecuentes los altísimos porcentajes de Asteráceas ligulifloras, y además de las causas que hemos mencionado anteriormente (Bottema, op. cit.) hay que apuntar que otra posible interpretación, en yacimientos expuestos a condiciones cambiantes, es el hecho de ser uno de los palinómorfs más resistentes a la corrosión.

Conclusión

Después de lo expuesto hasta ahora, parece claro que cada medio analizado requiere una buena dosis

de información adicional que complete los datos proporcionados por nuestro trabajo.

En toda la investigación paleoambiental hay que hacer una selección del lugar a estudiar y del nivel de detalle que quiera resolverse en la reconstrucción paleoambiental.

Hasta ahora, todos los diagramas polínicos que han servido como referencias para la descripción de la vegetación del pasado proceden de turberas o pantanos situados en Europa central o norte. Esto quiere decir que muchas de estas referencias no nos son útiles, ni geográfica ni deposicionalmente. En este sentido, tendremos que utilizar estos datos con cierta precaución y analizar cual es nuestra flora actual, y en qué condiciones edáficas y ambientales se desarrolla, aunque con ello no queramos suponer que, la flora del pasado debió responder a los esquemas en la que crece la actual.

En definitiva, y a pesar de todos los posibles inconvenientes que puedan encontrarse en la aplicación de este método de trabajo a la Arqueología, debemos concluir que la cantidad de estudios hechos en este sentido, ha demostrado que su contribución a la interpretación de la relación hombre-medio es suficientemente importante como para considerarla como un estudio «casi imprescindible» (J. Renault-Miskovsky, et alii 1985).

BIBLIOGRAFIA

Vamos a señalar aquí la mencionada en el texto y la que consideramos de mayor interés para el tema tratado.

Bottema, S. (1975): «The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements. *Palaeohistoria* XVII, páginas 19-34.

Dimbleby, G. W. (1985): *The palynology of Archaeological sites*. Academic Press Inc. 176 páginas.

Cour, P. (1974): «Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores a la surface du sol. *Pollen et spores* XVI, número 1, páginas 103-141.

Couteaux, M. (1977): *A propos de l'inter-*

pretation des analyses polliniques de sédiments minéraux, principalement archéologiques. Approche écologique de l'homme fossile. B. AFEQ 47: páginas 259-276.

Dupree, M. (1988): *Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias*. SIP. Serie de Trabajos Varios número 84, 160 páginas.

Fægri, K. y Iversen, J. (1964): *Textbook of pollen analysis*. Scandinavian University Books.

Huntley, B. y Birks, H. J. B. (1983): *An Atlas of past and present pollenmaps for Europe: 0-13.000 BP years ago*. CUP Cambridge.

Moore, P. D. y Webb, J. A. (1978): *An*

illustrated Guide to pollen analysis. Hodder and Stoughton. Londres, 133 páginas.

Morzadec-Kerfourn, M. T. (1977): «Remarques concernant la corrosion des grains de pollen dans les sédiments soumis à l'alteration. *Approche écologique de l'homme fossile*. Supl. au BAFEQ, páginas 51-53.

Renault-Miskovsky; Bui-Thi-Mai y Girard (1985): *Palynologie archéologique*. Actes des Journées du 25-26-27 janvier 1984 CRA du CNRS Notes et Monographies techniques 17, 502 páginas.

Sánchez-Goni, M. F. (1987): *Analyse palynologique de la grotte de Lezetxiki (niveaux moustériens) Guipúzcoa, Pays Basque*. Memoire de DEA. Paris, 64 páginas.

ZOOARQUEOLOGIA*

Arturo MORALES MUÑIZ

Ruth MORENO NUÑO

Javier de Miguel AGUEDA

Manuel Angel CEREJO PECHARROMAN

Eufrasia ROSELLO IZQUIERDO

Dolores Carmen MORALES MUÑIZ

María Angeles JUARRANZ DE LA FUENTE

Adolfo Luis AGUILAR BALTAR

Daniel PATON DOMINGUEZ

Laboratorio de Zooarqueología

Departamento de Biología.

Universidad Autónoma de Madrid.

I. INTRODUCCION

El análisis de faunas de yacimientos arqueológicos denominado genéricamente zooarqueología, es un campo de análisis de gran diversidad metodológica y conceptual. Tradicionalmente limitado al estudio de los mamíferos, sobre todo domésticos y cinegéticos, se ha ido ampliando progresivamente hasta abarcar a todos los grupos animales susceptibles de aparecer en los sedimentos (vertebrados y moluscos, pero también insectos y restos (huevos) de gusanos parásitos).

Al tiempo que esto ocurría, las técnicas clásicas de trabajo, anatómicas y biométricas, han dado paso a toda una nueva serie que abarca desde el ordenador al espectrómetro de masas (análisis isotópicos) o al microscopio electrónico de barrido (estudio de fracturas y cortes). Todo esto sucede sincrónicamente con un cambio de mentalidad en los zooarqueólogos quienes, originalmente, trabajaban aislados en sus laboratorios pero pronto se percataron de las limitaciones que ello su-

ponía. En estos momentos, los analistas de fauna trabajan en estrecho contacto con sus colegas arqueólogos y fruto de ello es que en muchos casos participan en las excavaciones como miembros del equipo. Por otra parte, la constatación de la importancia de las fuentes paralelas de información documental ha hecho que muchos de nosotros busquemos la colaboración con historiadores a fin de resolver cuestiones que las muestras de fauna son incapaces de solucionar.

España ha sido un país lento en su incorporación a la zooarqueología, dato chocante si se considera la riqueza de nuestro patrimonio arqueológico. A pesar de ello, la puesta al día en esta ciencia ha sido espectacular y en la actualidad existen una docena de especialistas, repartidos en media docena de centros, que están desarrollando una excelente labor (Altuna, 1972) y han producido más de un centenar de análisis faunísticos en poco más de quince años.

De todos estos equipos, posiblemente el Laboratorio de Zooarqueología de la Universidad Autónoma de Madrid sea actualmente el de mayor entidad, por cuanto no sólo cuenta con más de la mitad de los investigadores españoles sino que también dispone de una infraestructura y de un personal asociado que le permite cubrir numerosos

campos de las ciencias zooarqueológicas al tiempo que imparte docencia sobre el tema y desarrolla un vigoroso programa de intercambios científicos.

A continuación vamos a exponer muy sucintamente las ocho líneas de investigación en las que trabaja nuestro centro, agrupándolas dentro de dos grandes categorías: a) por grupos (zooarqueología taxonómica) y b) por técnicas (zooarqueología metodológica).

ZOOARQUEOLOGIA TAXONÓMICA

II. MAMIFEROS

IIa. Macro y mesomamíferos

Se trata del conjunto de fauna mejor representado en yacimientos arqueológicos. Ello se debe a dos hechos:

1) La resistencia de sus huesos quienes, debido a la talla, tienen mayores posibilidades de supervivencia ante los ataques físico-químicos de los sedimentos.

2) Con frecuencia, sobre todo en el caso de los mamíferos domésticos

(*) Líneas de investigación. Delimitación conceptual y metodológica de las investigaciones desarrolladas en el seno del laboratorio de zooarqueología de la Universidad Autónoma de Madrid.

cos, constituyen la base fundamental de explotación animal por parte del hombre.

No es de extrañar que su metodología sea la más elaborada de cuantas disponemos actualmente en zooarqueología y, por ello, nos veamos obligados a pasarla por alto remitiéndonos, eso sí, a la bibliografía para el lector interesado (Morales, 1989; Miguel & Morales, 1983).

El desarrollo de la zooarqueología ha discurrido tradicionalmente parejo al estudio de las faunas domésticas. Tres han sido los conjuntos de problemas analizados:

1) Establecer las primeras fechas de domesticación en cada zona así como las rutas de dispersión de los mamíferos domesticados. Para solucionar lo primero, resulta imprescindible diferenciar a las formas domésticas de sus agriotipos (especies antecesoras). Esto se logra tanto a través de la osteomorfología como de osteometría y de fuentes diversas de datos (documentos, representaciones pictóricas, etcétera). Los resultados, no obstante, pueden ser harto frustrantes habida cuenta que la variabilidad intraespecífica impide confeccionar criterios fiables de diagnosis como ya han remarcado en numerosas ocasiones diversos autores (Hesse & Wapnish, 1985). El problema no es sino un caso específico de un fenómeno de rango superior como es el de la correcta identificación de restos (Morales, en prensa).

A pesar de ello, la detección de las primeras especies domésticas continúa siendo un problema legítimo de primer orden dentro de las investigaciones zooarqueológicas. En España empezamos a perfilar un cuadro general de domesticación (Morales, 1978) con datos indudables para especies como el perro (Altuna, 1972), o el asno (Morales & Brännström, en preparación) y otros más dudosos para especies cuyos agriotipos perduraron en la Península Ibérica hasta tiempos históricos, caso de la vaca (Morales, 1977) o el caballo, en donde los criterios de diagnosis silvestre: doméstico son muy problemáticos.

2) La caracterización racial de las muestras óseas. Por lo que acabamos de decir este punto resulta

aún más conflictivo que el anterior. En la actualidad, salvo con ayuda de pruebas documentales (ver más abajo) o restos excepcionales, es imposible determinar razas domésticas a través de la osteología. La agrupación de huesos en categorías de formas (morfotipos) no suele, en estos casos, resolver el problema. Este conjunto de cuestiones ha pasado en la actualidad a un plano secundario de la investigación zooarqueológica, a pesar de algunos intentos aislados por parte de ciertos investigadores.

3) Los patrones de aprovechamiento de las faunas, o faceta zoológica de la paleoeconomía, en cambio, conoce actualmente un enorme desarrollo. Los análisis se centran sobre todas las especies, fundamentalmente las domésticas y las de interés cinegético.

Muchos son los criterios para evaluar estos patrones. Tanto los

desgloses taxonómicos (porcentajes específicos) como, en un plano de análisis más minucioso, los desgloses de cabañas y poblaciones por edades y por sexos. También la representatividad esquelética relativa puede convertirse en un poderoso aliado del investigador y en ello nuestro centro es pionero (Morales y col., 1988). A pesar de ello, la inferencia de patrones a partir de este tipo de datos está sujeta a lo que Morales y Roselló denominan «convergencia tafonómica» (Morales y Roselló, 1989) y, por lo mismo, resulta sumamente difícil de demostrar. Sobre estos aspectos discuten muchos autores e incluso manuales como el de Klein & Cruz-Uribe (1984) pero, como en el caso anterior, otros prefieren pasarlos por alto con el riesgo que ello entraña (Harrison y Moreno, 1984).

Quizá uno de los aspectos más prometedores dentro de este campo

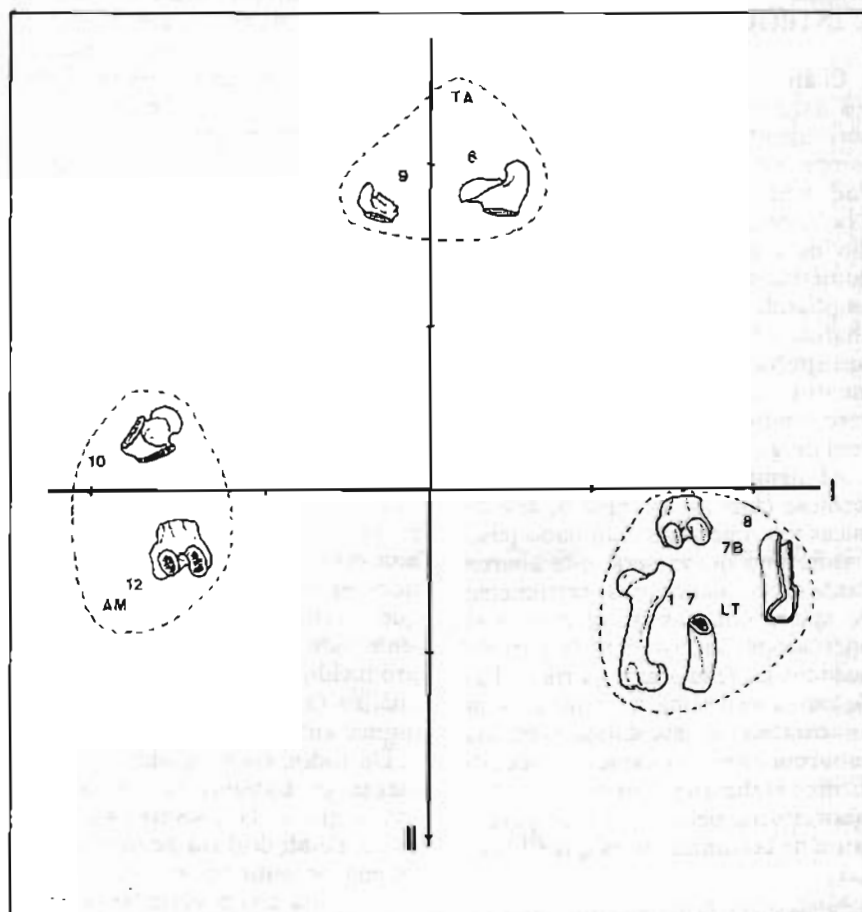


Figura 1. Segregación cultural de tres yacimientos españoles [LT (La Torrecilla; romano). TA (Torre del Andador, siglo XI cristiano), AM (Angosta de los Mancebos, Siglo XI musulmán)] en función de los tipos de fracturación que exhiben los fémures de vaca (según Morales, 1989b).

sea el relativo al estudio de la fracturación intencionada, a la vista de los resultados que hemos obtenido en una serie de yacimientos históricos (romanos y medievales) en donde hemos incluso llegado a poder caracterizar culturalmente cada una de las muestras óseas en función del tipo de fracturas exhibidas (Morales y col., 1986; Morales, 1989b) (figura 1). Evidentemente nuevas investigaciones son necesarias para revalidar estas hipótesis o para refutarlas.

IIb. Micromamíferos

Mucho menos frecuentes que sus parientes en yacimientos humanos, los micromamíferos presentan frente a las macrofaunas una serie de ventajas:

- 1) Diversidad faunística elevada, lo que hace más factible la creación de agrupaciones en función de los taxa recuperados.

- 2) Capacidad de inferencia bioecológica. Numerosos micromamíferos están restringidos a un tipo concreto de ambiente y por ello suelen ser buenos indicadores ecológicos.

- 3) Como corolario de esto tenemos posibilidad de determinar el grado de antropización de un asentamiento a través de la presencia/ausencia o de la abundancia de ciertas especies como el ratón caseiro (*Mus musculus*) o las ratas (*Rattus sp.*).

- 4) Demografías elevadas y ciclos vitales cortos, con frecuencia sujetos a fluctuaciones. Esto permite realizar desgloses por cohortes de las poblaciones que, a su vez, nos van a permitir conocer el origen de ciertas agrupaciones (abundancia de juveniles en egagrópilas de rapaces nocturnas, por ejemplo).

Algunos micromamíferos, como el conejo, resultan ser comparables a especies domésticas o cinegéticas en países como España. El estudio de sus poblaciones combina las ventajas de los macro y de las microfaunas (Driesch & Boessnesck, 1970).

Metodológicamente sirven para experimentar o diseñar las técnicas de análisis que posteriormente nos servirán de base para estudiar otras especies de mayor importancia eco-

nómica (Cereijo, 1987; ver más abajo el apartado de esqueletocronología). En estos momentos en nuestro laboratorio estamos configurando una línea de investigación zooarqueológica sobre este grupo que se apoya igualmente en datos de primera mano obtenidos en el campo. El variable comportamiento de las diferentes especies en las diversas zonas donde habitan así lo aconseja a fin de evitar extrapolaciones erróneas de información (Cereijo, *Op. cit.*).

III. AVES

Los huesos de las aves en yacimientos arqueológicos aparecen, de manera general, en un número muy inferior al de los mamíferos, en relación variable con peces, y en general con mayor abundancia que anfibios y reptiles, en lo que se refiere a los distintos grupos de vertebrados. Su estudio pormenorizado es relativamente reciente en zooarqueología, y en él, como en el de los peces que siguen a continuación, nuestro laboratorio de Zooarqueología ha sido el centro pionero en España (Aguilar en prensa). Lo reciente de los estudios de aves en Zooarqueología hace que su metodología no se encuentre tan elaborada como en otros grupos animales aunque, con el fin de normalizar al máximo las descripciones, han surgido ya directrices unificadoras (Baumel, 1979; Driesch, 1976).

De manera general, los huesos de aves recuperados manifiestan las características de ligereza y solidez combinadas, propias de estos elementos en el animal vivo.

La similitud entre los huesos de distintas especies parece mayor que en el caso de los mamíferos, por lo que la asignación específica es ardua en ocasiones, o imposible en otras, por lo que se refieren estos restos a categorías taxonómicas más amplias (géneros, etcétera). Otro problema que presentan estos restos es el del cálculo de edades, y su asignación a cohortes de edad concretas. La fusión epifisaria es bastante temprana, y la ausencia de dientes,

además, hace que los enfoques usuales usados para mamíferos no tengan aplicación. Aparecen otros factores sin embargo, como el «espesamiento» de algunos huesos (húmero, ulna), que se produce con posterioridad al momento de alcanzar la talla máxima. En estos momentos, hay que resaltar que miembros de este Laboratorio de Zooarqueología están poniendo a punto técnicas de esqueletocronología relativas a aves, y que están obteniendo buenos resultados utilizando mandíbulas como huesos muestra. Una vez que esta técnica sea refinada y normalizada podrá aplicarse con ligeras modificaciones a restos de yacimientos, y permitir el acceso a estos valores de edad.

Los grupos taxonómicos implicados son básicamente Fasiánidos, Anátidas, Córvidos y Colúmbidos; muy raramente aparecen en yacimientos antrópicos restos de otros grupos taxonómicos con mayor abundancia que los citados.

A estos grupos taxonómicos citados pertenecen varias especies domésticas: gallina, ánade común, ganso, paloma doméstica. En el caso de la gallina el agriotipo es exótico respecto de nuestra fauna, ya que deriva de formas del Sudeste asiático, pero, en cuanto a las otras tres especies, los respectivos agriotipos son relativamente comunes en España, por lo que la asignación de unos restos concretos a formas domésticas o silvestres es problemática en muchos casos; hay que recurrir a criterios osteológicos (talla), y aun así no puede resolverse tajantemente la cuestión en muchos casos, ya que es frecuente que la variabilidad de las formas domésticas sea mucho mayor que la de las formas silvestres correspondientes, e incluso se solapa con otras especies relacionadas; por poner un ejemplo aclaratorio, las tallas de algunos huesos de paloma doméstica, cuyo agriotipo es la paloma bravía, *Columba livia*, rozan por abajo (tallas mínimas) valores propios de tórtolas (*Streptotelia spp.*) y por arriba (tallas máximas) superan en un 50 por 100 ó más a los valores de la mayor especie del género de la Península Ibérica (paloma torcaz, *Columba palumbus*). En cualquier caso,

la presencia de las formas domésticas es menor en general que en el caso de los mamíferos, y su contribución (en NR, NMI, aporte cárnico, etcétera) es mucho menor que la de éstos, salvo quizá el caso de la gallina en algunas ocasiones.

Otros grupos que aparecen, ya en mucha menor cantidad, son Rapaces, «Acuáticas» (garzas, cormoranes, rálidas, etcétera), de diverso aprecio gastronómico, y otros que pueden considerarse marginales, y producto muy probablemente de factores locales o temporales muy concretos. En un principio este grupo ofrece un gran interés teórico, pues son, dentro de aves, buenos indicadores ambientales y estacionales, con conductas migratorias de variable alcance, según especies o grupos, que pueden aportar información suplementaria. En la práctica, sin embargo, surgen muchas dificultades, en tanto en cuanto es éste un orden muy homogéneo, dentro del cual hay incluso familias enteras (Muscicapidos, por ejemplo) con una uniformidad tal, que la separación de géneros resulta extremadamente dificultosa. Algunos trabajos de osteología salvan con mayor o menor fortuna o fiabilidad estas dificultades con medidas, o sobre todo índices, establecidos casi siempre sobre cráneos completos (Moreno, 1985), lo que hace estos métodos de difícil aplicación a los restos de yacimientos arqueológicos, en general no tan bien conservados. Como sucede en general con el estudio de cualesquiera restos animales, una buena definición del contexto es básica para la adecuada comprensión del significado de los restos hallados; en ausencia de contextos bien definidos, poco puede hacerse por encima de la identificación (con los condicionantes citados) y la descripción de los restos en cada caso.

IV. PECES

La ictioarqueología es actualmente una de las ramas más prósperas de la zooarqueología. Ello se debe en no poca medida a la canti-

dad de información implícita en los huesos de peces pero también a la labor de los especialistas, quienes han abordado estos análisis con gran entusiasmo en esta última década.

En relación con el primer punto son varias las causas que provocan esta situación. Por una parte, los peces son los únicos vertebrados ectotérmicos recuperados con regularidad en yacimientos. Esto significa que son animales que crecen de por vida. Por ello, la osteometría puede ser utilizada para retrocalcular, a partir de cualquier hueso, la talla y peso del ejemplar en cuestión siempre que se disponga de las consiguientes ecuaciones predictivas (Morales & Roselló, 1988). Dado que en muchos grupos [por ejemplo espáridos (besugos y afines)] el sexo también cambia con el tamaño, a partir de éste podemos inferir aquél.

Un segundo aspecto de la información intrínseca lo constituye la diversidad, tanto ósea como taxonómica. En efecto, y frente a las 90 especies de mamíferos ibéricos, nuestra fauna cuenta con más de medio millar de especies ícticas. Por otro lado, el esqueleto de los peces óseos (mayoría absoluta en yacimientos arqueológicos) es, con diferencia, el más complejo y variado de cuantos existen dentro de vertebrados. Por poner un ejemplo, el cráneo de aves y mamíferos supone un total de 2-6 elementos óseos independientes (apenas la docena en anfibios y reptiles). Pues bien, el de peces teleósteos supera ampliamente los 200, con la ventaja adicional de que casi todos ellos pueden clasificarse a especie sin dificultad y por próximas que éstas sean (figura 2; Roselló, 1988).

Al igual que casi todos los microvertebrados y numerosos moluscos, los peces son buenos indicadores ambientales presentando hábitos migradores (salmón y anguila son los más conocidos pero en absoluto los únicos) y disyunciones de distribución entre jóvenes y adultos que los convierten en excelentes índices ecológico-estacionales.

Por otra parte, esta vez al igual que las faunas domésticas y cinegéticas, los peces representan desde siempre un recurso energético de

primer orden. El estudio de la explotación pesquera, tema apasionante y de gran vigencia en la actualidad, puede iniciarse en la prehistoria ya que las muestras recuperadas permiten determinar edades, inferir tallas e incluso métodos de captura con lo que está emergiendo en estos momentos toda una rama dentro de la paleoeconomía arqueológica dedicada al tema.

Muchas más características de los peces los convierten en sujetos idóneos de estudio para el analista de faunas arqueológicas pero algo juega en su contra: el tamaño de los restos. Siendo tantos los huesos que cada individuo posee, la talla individual de cada uno de ellos suele ser pequeña. Evidentemente si no se criba o flota el sedimento o si no se recogen los restos con cuidado, las posibilidades de recuperar peces disminuyen drásticamente. Y la información perdida, además de irrecuperable, suele ser, por lo que acabamos de comentar, vital en cualquier tipo de reconstrucción paleocultural o paleoambiental.

V. MOLUSCOS

El estudio de los moluscos de yacimientos arqueológicos es un campo de investigación amplio que está comenzando a desarrollarse en España. La información que puede extraerse de este tipo de restos arqueológicos es variada, siendo susceptible de enfoques también diversos: cronológicos, ecológicos, económicos, etnológicos, estacionales, etcétera. Los pasos fundamentales en un análisis arqueomalacológico, son rutinas que, secuenciadamente, incluyen: selección de muestras, cribado, identificación, recuento y biometría. Estas etapas nos llevan a caracterizar cualitativa y cuantitativamente al conjunto malacológico o conchero de un yacimiento. A partir de aquí la metodología concreta a utilizar dependerá del tipo de información que queramos obtener, de las características de cada yacimiento en particular (metodología de la excavación, estratigrafía y cronología principalmente) y de las características del conchero en sí.

Va. Paleoeconomía

La técnica utilizada en el análisis de dietas consiste en la comparación cuantitativa de los restos alimenticios encontrados. Para ello se traducen estos restos, ya sea como NMI o como peso, en biomasa y unidades nutricionales.

La comparación cuantitativa de los restos alimenticios presenta, entre otras, dos fuentes principales de error:

1) Las diferencias de preservación de las diferentes fuentes alimentarias.

2) La posible estacionalidad de la ocupación o de la utilización de estos recursos.

Luego la simple comparación cuantitativa debería complementarse con otro tipo de estudios con el fin de precisar la contribución de los moluscos a la dieta como un todo. Sería necesario estimar la productividad de moluscos, basada tanto en datos arqueológicos como ecológicos, la producción de otros recursos susceptibles de explotación, la posible estacionalidad de la ocupación y compararlo con las necesidades de subsistencia del género humano.

Otro aspecto fundamental para el entendimiento de estas economías es la determinación de los patrones de selección y consumo. La selección de recursos alimentarios ha sido atribuida a las adaptaciones nutricionales amplias del género humano, a la disponibilidad de los recursos en el medio y a sus cambios en el espacio y en el tiempo, a preferencias culturales, etcétera.

En este sentido realizamos un estudio comparado cualitativo de concheros asturcántabros. La información se procesó como presencias-ausencias de las diferentes especies de moluscos por unidades culturales, mediante un análisis de correspondencias.

El resultado de comparar los dos primeros factores nos indica que no existe relación directa entre los períodos culturales y la composición de los concheros correspondientes, pero sí parece existir una ordenación cronológica, en sentido amplio, de los períodos culturales.

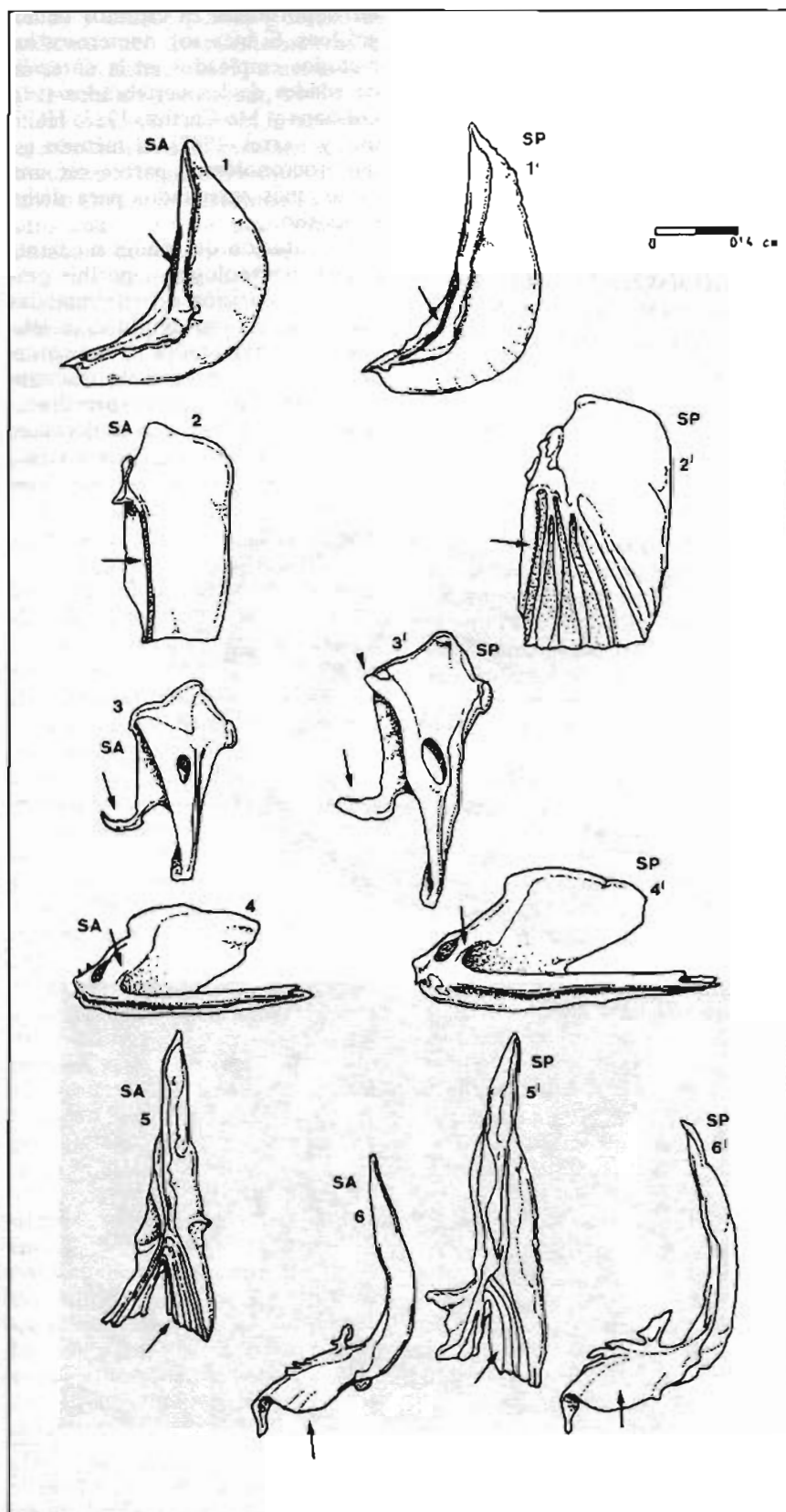


Figura 2. Diferencias osteomorfológicas entre la sardina (*Sardina pilchardus*, sp) y la alacha (*Sardinella aurita*, SA) de acuerdo con una serie de huesos craneales (de arriba a abajo: preopérculo, opérculo, hiomandibular, dentario, frontal y cleitro).

Vb. Paleoecología

Los moluscos subfósiles de yacimientos arqueológicos conllevan toda una gama de información ecológica que nos permite una reconstrucción, en mayor o menor grado, de paleoclimas o condiciones locales. Toda la metodología de inferencias paleoambientales, a partir del estudio de restos de moluscos, se basa en asumir a priori que las especies no han cambiado sus requisitos y valencias ecológicas a lo largo del tiempo. Se han venido utilizando dos tipos de metodologías diferentes, pero complementarias, en este tipo de investigación:

1) Basada en la presencia/ausencia de determinadas especies consideradas «índices», debido a la información ambiental específica que sustentan.

2) Basada en la composición y abundancia relativa del conjunto malacológico en su totalidad mediante el establecimiento de «grupos ecológicos». Las fluctuaciones en la abundancia de cada especie a través del perfil de un yacimiento puede ser también indicativo de cambios ecológicos pudiendo aportar más información a las reconstrucciones paleoecológicas. Estos cambios del ambiente no son siempre fáciles de detectar, generalmente no exceden de los límites de tolerancia de las especies y, aunque puedan causar fluctuaciones en la abundancia de ciertas especies, no son fácilmente interpretables.

Las variaciones ambientales también pueden causar cambios microevolutivos en las poblaciones de moluscos, que pueden reflejarse en variaciones de la morfología de la concha; variaciones que son adaptativas en alguna forma, por lo que su interpretación puede sostener información ambiental válida.

Vc. Estacionalidad

Las características de los procesos de formación y crecimiento de la concha de los moluscos ha permitido el desarrollo de técnicas para determinar patrones de estacionalidad de ocupaciones y de selección de recursos alimentarios.

ZOOARQUEOLOGIA METODOLÓGICA

VI. APLICACION DE LOS METODOS ESQUELETO- CRONOLOGICOS EN LA DINAMICA DE POBLACIONES DE VERTEBRADOS

Conocer la edad de los individuos de una población es de fundamen-

tal importancia en estudios demográficos. Si bien son numerosos los métodos empleados en la datación de edades de los vertebrados (ver: Gibbons y Mc Carthy, 1983; Halliday y Verrel, 1988), el método esquelotocronológico parece ser uno de los más apropiados para dicho propósito.

La datación de edades mediante esquelotocronología es posible gracias a la aparición de determinadas marcas en las estructuras esqueléticas de los vertebrados, como consecuencia de su crecimiento discontinuo. Estas marcas son especialmente patentes en las escamas dérmicas y otolitos de los peces (Wood y col.,

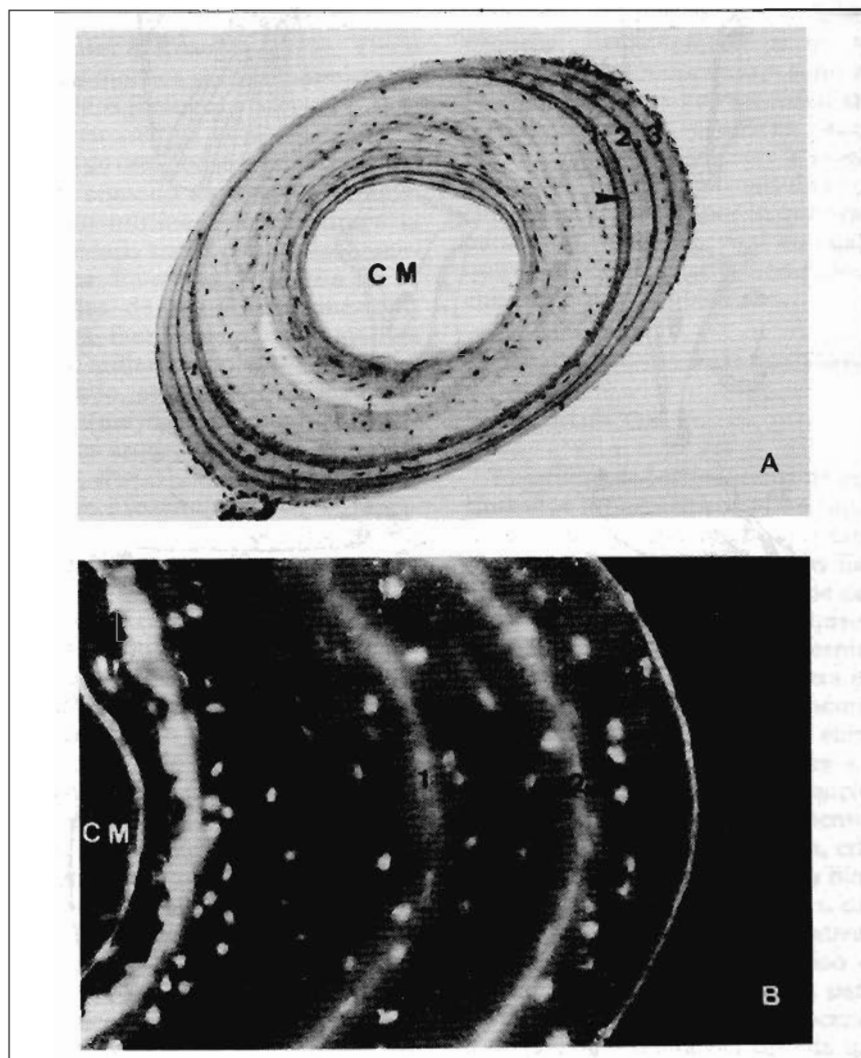


Figura 3. A) Corte de falange de rana común (*Rana perezi*) teñido con hematoxilina de Ehrlich, mostrando tres líneas de parada (números) una de ellas doble (flecha) y la cavidad medular (CM). La fotografía ($\times 4$) corresponde a un ejemplar de cuatro años. B): Corte de falange de rana común teñido con naranja de acridina en microscopía de fluorescencia. Se aprecia la cavidad medular (CM) y dos líneas de parada (números). La fotografía ($\times 16$) corresponde a un ejemplar de dos años.

1979) y huesos planos y largos de anfibios y reptiles (Castanet y Báez, 1988; Hemelaar, 1985) y mamíferos (Klevezal y Kleinenberg, 1967).

En los huesos, a nivel histológico, aparecen dos zonas claramente diferenciadas. Por un lado, unas bandas claras (zonas de crecimiento) y, por otro unas líneas oscuras (líneas de parada o de adhesión) que alternan con las anteriores. Las bandas corresponderán a periodos favorables del año, en los que la síntesis de hueso es muy activa, mientras que las líneas de parada se producen durante los periodos desfavorables, en los que el crecimiento óseo decrece considerablemente o incluso se detiene (figura 3).

Todos los estudios realizados hasta la fecha apuntan a que se sintetiza una sola banda de crecimiento y una sola línea de parada por cada año de vida del animal.

En la actualidad, el Laboratorio de Zooarqueología de la UAM ha desarrollado nuevas técnicas de tinción basadas en el uso de fluorocromos que permiten un mejor diagnóstico en la datación de edades mediante esqueletocronología. La técnica ha sido aplicada a especies de anfibios como la *Rana perezi* (Patón, 1989), reptiles como la lagartija serrana (*Lacerta monticola*), mamíferos como el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y aves como el gorrión (*Passer domesticus*), la golondrina (*Hirundo rustica*), el avión común (*Delichon urbica*) y la perdiz roja (*Alectoris rufa*). Nuestro objetivo principal es diseñar nuevas técnicas aplicables a distintos grupos zoológicos que permitan el diagnóstico de la edad y en consecuencia el conocimiento de aspectos como la longevidad, edad de maduración sexual y estructura poblacional de las distintas especies. Entre las posibilidades que ofrece la esqueletocronología destacan, por un lado, los análisis demográficos y de estacionalidad con distintas especies, así como el conocimiento en detalle del crecimiento de las poblaciones. Con estos estudios será posible precisar con mucha mayor exactitud la composición de las cabañas domésticas y de las especies cinegéticas que aparecen en yacimientos arqueológicos y, como co-

rolario de ello, las técnicas pecuarias y cinegéticas que las poblaciones humanas diseñaron para maximizar el rendimiento de estos recursos. Los análisis de estacionalidad basados en la esqueletocronología, por su parte, permitirán especificar con un grado mínimo de error la naturaleza de la ocupación humana en los asentamientos excavados.

La técnica esqueletocronológica, con modificación, es perfectamente aplicable al estudio del crecimiento en moluscos.

VII. ISOTOPOS ESTABLES

Los isótopos que permanecen en la naturaleza sin alterarse durante grandes periodos de tiempo, isótopos estables, constituyen, desde hace relativamente poco, una herramienta muy versátil y prometedora en el campo de la zooarqueología.

La proporción en que cada isótopo estable entra a formar parte de su elemento natural es definida y constante y se denomina abundancia isotópica (%). Estas abundancias isotópicas pueden variar mediante determinados procesos, denominados descompensatorios, dando lugar a fracciones isotópicas determinadas.

Estas abundancias naturales y sus posibles fracciones isotópicas constituyen la base de todos los estudios sobre isótopos estables.

Son básicamente dos las aplicaciones que se le han venido dando a este tipo de análisis: 1) determinación de estacionalidad y 2) estimación de paleodietas. Aunque se aplican tanto a huesos (humanos y animales) como a conchas, el laboratorio ha comenzado a trabajar en esta línea fundamentalmente a través de los moluscos.

VIIa. Estacionalidad

Shackleton (1973) ha establecido un método de determinación de estacionalidad en base al análisis de la abundancia relativa de los isótopos del oxígeno ^{16}O y ^{18}O . Estos isótopos son fijados por los moluscos en el

carbonato de calcio del agua. Dos factores son los que determinan la relación isotópica en la concha: 1) la relación de los isótopos en el agua en el que ha precipitado. Esta es prácticamente constante en una zona dada y puede ser conocida mediante mediciones de los mismos en el agua; 2) la temperatura del agua en el momento de la precipitación.

Las variaciones en la relación isotópica en la concha, por tanto, nos están reflejando las variaciones de la temperatura durante la vida del molusco. Y la relación isotópica en el borde indicaría la época del año en que el animal fue recolectado.

Pero esta técnica no es aplicable a todo tipo de moluscos. Deben darse determinados requisitos:

1) Debe existir suficiente variación anual en la temperatura del agua donde vivía el molusco, a fin de producir una diferencia clara entre los valores de las diferentes muestras.

2) La deposición del carbonato de calcio durante el crecimiento debe ser lo suficientemente regular como para asegurar que todas las etapas o zonas del rango anual tengan la misma oportunidad de encontrarse representadas.

3) La tasa de crecimiento debe ser rápida para permitir una buena resolución del análisis (niveles de incremento del crecimiento cuando menos mensuales).

4) Las conchas no deben haber sufrido cambios secundarios o re-cristalizaciones desde su deposición.

En este sentido, nuestro equipo proyecta, dado que se encuentra en fase de montaje el material técnico necesario, crear un banco de datos isotópicos sobre las especies de moluscos que aparecen frecuentemente en los yacimientos españoles, así como desarrollar esta técnica para su utilización con material subfósil de dichos yacimientos. Posteriormente se proyecta ampliar el campo de estudio a los vertebrados.

VIIb. Paleodietas

La estimación del fraccionamiento isotópico producido durante las reacciones bioquímicas del C y del N son la base del estudio isotópico

de paleodietas. Los isótopos de estos dos elementos presentan diferente grado de reactividad con lo que diferentes recursos alimentarios presentan características fracciones isotópicas que nos permiten diferenciarlos. Pero la distribución de los isótopos en los recursos comestibles viene determinada por un número relativamente pequeño de reacciones. De tal forma que estos recursos pueden ser agrupados en un reducido número de grupos isotópicos. Sin embargo, estos grupos representan recursos alimentarios cuyo consumo durante la prehistoria son de considerable interés.

Se han establecido grupos isotópicos que nos permiten distinguir entre recursos alimentarios marinos y terrestres, y dentro de estos últimos entre diferentes tipos de vegetales terrestres (DeNiro, 1988). Considerando las fracciones isotópicas de C y de N conjuntamente, los grupos isotópicos en que podemos encuadrar las plantas terrestres son legumbres, plantas C3 no leguminosas (maíz, alubias, tubérculos, etcétera) y plantas C4 y CAM (maíz, caña de azúcar, piña, sorgo, etcétera).

De esta forma se van estableciendo valores isotópicos esperados o teóricos de individuos que se alimentan de un solo tipo de comida, como base para la predicción de rangos isotópicos que pueden resultar de estrategias alimentarias mixtas.

La técnica para la reconstrucción de dietas basada en análisis isotópicos es aplicable tanto a restos óseos de yacimientos como a artefactos arqueológicos, siempre que reflejen la composición isotópica de las cantidades relativas de los diferentes recursos utilizados por un individuo o

población. De este modo abren un campo muy importante para el desarrollo de la arqueología en general y de la zooarqueología en particular.

VIII. ANALISIS HISTORIOGRAFICOS

La creciente complejidad y diversidad de la zooarqueología ha hecho necesaria, además de la especialización dentro de las ciencias, la incorporación de investigadores del área de las humanidades. Dentro de ésta resulta particularmente relevante el papel de los historiadores.

La presencia de un historiador dentro de un equipo zooarqueológico, con su aportación de datos documentales, permite complementar, validar y hasta refutar las hipótesis de trabajo del analista de fauna. La confrontación de los datos históricos con las muestras animales recuperadas incide muy positivamente en los resultados de los informes faunísticos (Morales y col., 1988). Sencillamente se neutraliza en no poca medida la inevitable parcialidad (S. S.) que una mera descriptiva anatómica y su correspondiente interpretación conllevan. Esto mismo, dicho sea de paso, resulta igualmente aplicable a la inversa por lo que el beneficio es mutuo (Aston, 1988).

El campo de investigación es prácticamente inagotable, especialmente en España donde esta colaboración se encuentra aún por concretar (Morales, en prensa). No obstante, la documentación histórica que precisa el zooarqueólogo suele ser dificultosa de obtener. En parte

ello se debe precisamente a la falta de experiencia en el tema pero también a lo disperso, casual y diverso de la información disponible. Se impone, ante todo, un programa concreto de actuación perfilado en estrecha colaboración entre todos los investigadores implicados. Y eso es precisamente lo que pretendemos llevar a cabo en el seno de nuestro equipo.

Resultados parciales nos estimulan a continuar por esta prometedora línea interdisciplinar, abierta, dicho sea de paso, a todos los historiadores por igual: clásicos, medievalistas, americanistas o contemporáneos. Así, un zooarqueólogo no debería sorprenderse por la recuperación de camellos en Santiago de Compostela durante el siglo X: eran las bestias de carga de los convoyes militares de Almanzor. Tampoco sería extraño recuperar leones en determinadas zonas de Segovia en yacimientos del siglo XV: Enrique IV de Castilla poseía una especie de parques o reservas de fieras en esa provincia. ¿Hasta qué punto fueron decisivas las feroces jaurías de alanos extremeños para conquistar las tierras americanas frente a los bravos y disciplinados ejércitos incas o aztecas? ¿Y hasta qué punto lo fueron los roedores parásitos, portadores de enfermedades? (1).

Ante todo, como en muchas otras líneas ya comentadas (véase el apartado 7), es necesario crear corpus de datos históricos basados en documentación y bibliografía fidedigna de referencias sobre fauna, caza, pesca, ganadería, cetrería, etcétera. Trabajo impropio pero apasionante y altamente rentable a medio y largo plazo que permitiría que la colaboración entre la zooarqueología y la historia fuese un equilibrado trasvase de esfuerzos y de logros.

NOTAS

(1) Los datos sobre la España musulmana los recogió Levi Provençal —siguiendo a cronistas como Ibn Hawqal— en el tomo V de *La Historia de España* dirigida por Menéndez Pidal, página 168 y siguientes. La curiosidad sobre Enrique IV la cuentan sus cronistas Enriquez

del Castillo y Alfonso de Palencia. Es muy difícil hallar obras, incluso artículos que se refieran únicamente a los temas que nos interesan. Los dedicados a ganadería, pesca o caza casi nunca se dedican a la descripción de los animales. Existen excepcio-

nes caso de los artículos cinegéticos publicados por Juan Uría Riu, como: *El «muy» Capra pirenaica asturiana extinguida a finales del siglo pasado, en Vaqueiros de Alzada. De caza y etnografía*. Oviedo, 1976.

BIBLIOGRAFIA

- Altuna, J. (1972): «Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa», *Munibe* XXIV (1-4): 1-1464.
- Aston, M. (1988): «Medieval Fish, Fisheries and Fishponds in England», *BAR* (British Series) 182.
- Baumel, J. J. (1979): «Nómina Anatómica Avium», *Academic Press*, New York.
- Castanet, J. y Báez, M. (1988): «Data on age and longevity», in *Gallotia galloti* (Sauria, Lacertidae) assessed by skeletochronology. *Herpet J.* (1): 218-222.
- Castanet, J., Meunier, F. J. y Ricqlès, A. de (1977): «L'enregistrement de la croissance cyclique par le tissu osseux chez les vertébrés poikilothermes: données comparatives et essai de synthèse». *Bull. Biol. Fr. Belg.* 16: 183-202.
- Cereijo, M. A. (1988): «Análisis sobre poblaciones del ratón de campo» (Apodemus sylvaticus, L.), procedentes de la Sierra de Gredos y tipificación de cohortes a través de diversos parámetros biométricos. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
- De Niro, M. J. (1988): «Stable Isotopy and Archaeology», *Am. Scient.*, 75: 182-191.
- Driesch, A. von den (1976): «A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites», Peabody Museum bulletin, 1: 1-136.
- Driesch, A. von den y Boessneck, J. (1970): «Vorgeschichtliche Kaninchen aus zwei südspanischen Siedlungshügeln», *Säugerierkd. Mitt.*, 18 (2): 127-151.
- Fick, O. (1974): «Vergleichend morphologische untersuchungen an einzelknochen europäischen Taubenarten», Tesis doctoral, Universidad de Munich.
- Gibbons, M. M. y Mc Carthy, T. K. (1983): «Age determination of frogs and toads (Amphibia, Anura) from North-western Europe», *Zool. Scripta* 12: 145-151.
- Halliday, T. R. y Verrell, P. A. (1988): «Size and age in amphibians and reptiles», *J. Herpetol.* 22 (3): 253-265.
- Harrison, R. J. y Moreno, G. (1985): «El policultivo ganadero o la revolución de los productos secundarios», *Trabajo de Prehistoria* (42): 51-82.
- Hemelaar, A. (1985): «An improved method to estimate the number of year rings resorbed in phalanges of *Bufo bufo* (L.) and its application to populations from different latitudes and altitudes», *Amphibia-Reptilia*, 6: 323-343.
- Hesse, B. y Wapnish (1985): «Animal bone Archaeology», *Taraxacum*, Washington.
- Juarranz, M. y Paton, D. (1989): «The use of acridine orange for age determination of *Rana perezi* (Amphibia, Anura) based on annual rings in phalanges», *Amphibia-Reptilia* (en prensa).
- Klein, R. G. y Cruz-Urbe (1984): «The Analysis of animal bones from archaeological sites», *Chicago U. P.*, Chicago.
- Klevezal, G. A. y Kleinenberg, S. E. (1967): «Age determination of mammals by layered structures in teeth and bone», Translated from Russian. *J. Fish. Res. Board Can. Transl. Ser.* 1024: 142.
- Miguel, F. J. de y Morales (1983): «Informe sobre los restos faunísticos recuperados en el yacimiento del Cerro de Santa Ana» (Entrena, Logroño). *Berceo* (Ciencias) 1: 49-165.
- Morales, A. (1977): «Análisis faunístico de Verdelpino» (Cuenca), *Trabajo de Prehistoria*, (34): 69-81.
- Morales, A. (1978): Cronología absoluta y fauna doméstica. En: M. Almagro (Ed.) *C-14 y Prehistoria de la Península Ibérica*, Serie Universitaria número 77 (Fundación Juan March): 65-69.
- Morales, A. (1989a): Zooarqueología, en E. Aguirre (Ed.) *Paleontología*, CSIC (Serie nuevas tendencias): 381-410.
- Morales, A. (1989b): «On the use of butchering as a paleocultural index», *Archaeozoología* II (2).
- Morales, A. (en prensa): «Identificación e identificabilidad: cuestiones básicas de metodología zooarqueológica», volumen homenaje al prof. E. Ripoll. UNED, Madrid.
- Morales, A.; Chaves, P.; Serrano, L. y De la Torre, M. A. (1986): «La fracturación intencionada de osamentas animales como indicador paleocultural en yacimientos arqueológicos», *Actas del Primer Congreso de Arqueología Medieval Española*, Tomo 7: 353-376.
- Morales, A.; Moreno, R. y Cereijo, M. A. (1988): «Calatrava la Vieja: Primer informe sobre la fauna de vertebrados recuperada en el yacimiento almohade», *Primera parte: Mamíferos*, *Bol. Arqueol. Medieval* (2): 7-48.
- Morales, A. y Rosello, E. (1989): «Ictioarqueología», *Munibe*, Suplemento 6: 97-104.
- Morales, A. y Roselló, E. (1989): «¿Casual or Intentional?», Comments on fish taxa skeletal representation from spanish archaeological settlements. *BAR* (International Series).
- Morales, A. y Brännström, P. (en prensa): «Castillo de Doña Blanca: mammal remains from the oldest phoenician site on the Iberian Peninsula», *BAR* (International Series).
- Morales, D. C. (en prensa): «Contribución de las investigaciones historiográficas en los análisis zooarqueológicos», *A Distancia*, UNED.
- Moreno, E. (1985): «Contribución al estudio, osteológico de los Passeres ibéricos», Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Moreno, R. (1986): «Análisis de la malacofauna de Tito Bustillo», Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
- Moreno, R. y Morales, A. (1987): Análisis de la malacofauna recuperada en la Cueva de Tito Bustillo (Ribadulla, Asturias), *Bol. IDEA*, 123: 663-688.
- Roselló, E. (1988): «Contribución al atlas osteológico de los Teleosteos ibéricos», *I. Dentario y Articular*, ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Colección Estudios número 14.
- Patón, D. (1989): «Aplicación de métodos osteocronológicos a una población de *Rana perezi* (Amphibia; Ranidae)», Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
- Patón, D. y Juarranz, M. (1989): «Utilización de la esquelotocronología como metodología para la datación de edades en los vertebrados silvestres», *Vida Silvestre*, ICONA (en prensa).
- Shackleton, N. J. (1973): «Oxygen isotope analysis as a means for determining season of occupation of prehistoric midden sites», *Archaeometry*, 15: 133-141.
- Wood, C. C.; Ketchen, K. S. y Beamish, R. J. (1979): «Population dynamics of the spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in British Columbia waters», *J. Fish. Res. board Can.* 36: 647-656.

INFORMATICA EN ARQUEOLOGIA: UN EJEMPLO APLICADO AL ESTUDIO DE JERARQUIZACION EN NECROPOLIS IBERICAS

Fernando QUESADA SANZ

Dpto. Prehistoria y Arqueología. Universidad Autónoma de Madrid

A diferencia de lo que ocurre con otras Ciencias aplicadas a la Arqueología, la Informática es una disciplina que no proporciona por sí misma y directamente resultados aprovechables por el arqueólogo. En efecto, la *Paleogeografía* tiene su propio objeto de estudio, pero si estudia antiguas líneas de costa, el arqueólogo puede utilizar sus resultados directamente, incorporándolos al conjunto de datos sobre los que trabaja. Lo mismo ocurre con las proporciones de tipos de polen que nos proporciona un estudio palinológico, o con las dataciones conseguidas tras un estudio dendrocronológico, donde ambas materias tienen su propio y definido objeto de estudio. Incluso algunas materias tienen su propio y definido objeto de estudio. Incluso algunas disciplinas «nuevas» dentro de la propia Arqueología, como la Arqueología Espacial, utilizan métodos y producen resultados «arqueológicos». En cambio, la *Informática* como disciplina no tiene otro objeto de estudio que su propio perfeccionamiento, y los resultados que la investigación produzca en ese campo no nos son de aplicación directa. Sólo obtendremos algo útil si introducimos y procesamos en un ordenador (uno pero no el único de los productos de la disciplina que llamamos Informática) información de tipo arqueológico.

No pretendemos negar que, desde el punto de vista de la electrónica, la Informática sea una disciplina con entidad propia, pero desde

la óptica de su aplicación en Arqueología hay que comprender que sólo planteando problemas arqueológicos, procesando datos de igual tipo y obteniendo resultados que eventualmente puedan llegar a ser interpretados arqueológicamente, puede tener alguna utilidad. Esto es, la Informática se convierte en una mera herramienta que puede ser usada por el geógrafo, el palinólogo o el arqueólogo con igual provecho, adecuando sus posibilidades a los problemas de cada una de estas ciencias.

Como herramienta «física», como conjunto de instrucciones que hay que memorizar, teclas que hay que saber pulsar en su correcta secuencia, y precauciones elementales que deben seguirse, los ordenadores no son hoy en día más complicados de manejo que una máquina de escribir electrónica o que una buena lavadora automática con múltiples programas de lavado, y no pocas veces uno piensa si no serán en realidad más sencillos. Como cada ordenador y cada programa, tiene sus propias instrucciones dentro de una filosofía general de funcionamiento (al igual que cada lavadora tiene las suyas) es tarea inútil pretender llegar a publicar un «manual general de uso del ordenador». En cambio, sí es posible y necesario recalcar hasta el cansancio —sobre todo a los nuevos sectores que se introducen en el aparentemente árido mundo de los ordenadores— que los principales problemas que el arqueólogo encuentra al usar ordena-

dores son carencias de método arqueológico, de conocimientos estadísticos y, en último extremo, derivan de no saber qué se está buscando y qué se espera del aparato en cuestión.

En esta misma revista y hace pocos años (1) incidíamos en estos aspectos relacionados con los planteamientos previos a la utilización del ordenador, y, además de comentar los tipos de programa utilizables y los sistemas accesibles, insistimos en la utilidad «formativa» y «preventiva» de la Informática en el sentido de que obligaba a depurar, previamente a la introducción de la información en el ordenador, muchas inconsistencias en la organización y descripción de materiales. Además, veíamos cómo la Informática ayuda a definir problemas y plantearlos en términos precisos, sopena de producir luego, tras el tratamiento informático, resultados absurdos por haber planteado mal las preguntas, o peor aún, resultados aparentemente razonables pero irremediablemente viciados por un planteamiento defectuoso. En este sentido estamos convencidos de que la Informática tiene un enorme valor pedagógico y puede ser utilizada como eficaz herramienta en la formación metodológica de los alumnos universitarios, como por otro lado ya se está haciendo (2).

Pero, aparte el valor formativo y la utilidad pedagógica, es en la faceta investigadora donde la Informática se aplica a mayor escala. Aquí en realidad la cantidad de pro-

blemas a los que pueda aplicarse esta herramienta sólo viene limitada por las capacidades de los equipos, la capacidad presupuestaria y la imaginación del arqueólogo. Hay numerosa bibliografía a la que acudir: alguna se refiere a la «filosofía» de trabajo que acabamos de enunciar. En cuanto a un deseado «Manual de informática para arqueólogos», hay varios trabajos de gran calidad, que se centran sobre todo en dos aspectos: por un lado, en la descripción de equipos, lenguajes de programación y programas (en lo que se quedan desfasados irremediable y vertiginosamente); y, por otro, en describir sistemas de codificación y organización de la información para hacerla más fácilmente dirigible por el ordenador (3). Hay también otros trabajos que no explican Informática, sino estadística y matemáticas aplicadas a la Arqueología, lo que es muy distinto (4) pero igualmente útil. Por último, la categoría de publicaciones que suele ser más sugerente es la que presenta aplicaciones informáticas concretas a problemas arqueológicos distintos. La lista de publicaciones en esta dirección es ya enorme y pueden hallarse ejemplos de calidad en casi todas las revistas importantes y en la bibliografía de los trabajos que citamos. Ahora bien, dentro de las publicaciones especializadas en «Informática y Arqueología» es fácil que los trabajos que se presenten sean de un nivel y complejidad tales, que desanimen a potenciales usuarios cuyos problemas arqueológicos sean —o parezcan— menos complejos.

A nuestro modo de ver, pueden distinguirse cuatro grandes niveles en la utilización de la herramienta informática, cuyas fronteras son por otro lado borrosas. En el más elemental, el arqueólogo apenas conoce los rudimentos del funcionamiento del ordenador y las órdenes básicas del sistema operativo, y utiliza sólo algún programa de tratamiento de textos o una base de datos sencilla. Siendo un uso perfectamente legítimo, y puede que suficiente para alguno, este nivel de trabajo representa un verdadero desperdicio de la capacidad del ordenador, aunque es quizá el que encon-

tramos con más frecuencia. Muy a menudo la expresión «yo sólo necesito una máquina de escribir potente» oculta desconocimiento de otras capacidades del ordenador y desconfianza injustificada en las propias fuerzas.

En un segundo nivel, el arqueólogo utiliza programas comerciales más sofisticados, incluyendo paquetes de tratamiento estadístico de distinta capacidad, gráficos complejos, bases de datos potentes con ficheros enlazados entre sí, etcétera, pero limita al principio la complejidad del tratamiento de los datos no por incapacidad de las herramientas sino por decisión consciente, motivada bien porque el problema en cuestión no requiere un tratamiento más complejo —que pudiera resultar incluso engañoso—, bien porque sus propias limitaciones en el manejo de ficheros o en técnicas estadísticas aconsejan una cierta contención, si quiera temporal. Normalmente la complejidad en el tratamiento de los datos aumenta —si el problema lo exige— al ganar confianza en los sistemas y técnicas empleados.

El tercer nivel supone no tanto un salto cuantitativo como uno cualitativo: hay determinados problemas, muchos de ellos relacionados con la «arqueología espacial», o con representaciones gráficas (por ejemplo dibujo de materiales o planimetrías) que no pueden ser resueltos adecuadamente con los programas comerciales disponibles y requieren el diseño de programas específicos para el caso. En otro lugar (5) hemos discutido las ventajas y desventajas relativas de los «programas a medida»: si bien no cabe duda de que en la mayoría de los casos hay programas disponibles capaces de resolver los problemas, en determinados casos se requerirán tratamientos muy especializados. Normalmente en este nivel y salvo brillantes excepciones, trabaja el arqueólogo codo con codo con un informático.

El último nivel pertenece tanto al terreno del informático como al del arqueólogo, y está todavía en su infancia. Nos referimos al trabajo de creación de «programas expertos», que emulen el proceso de razonamiento de un experto humano, al

modo como ya en otras disciplinas como la médica se han creado programas «de diagnóstico».

Los dos niveles extremos están fuera de nuestra esfera de interés por razones opuestas. En este trabajo pretendemos mostrar mediante un ejemplo cómo incluso un tratamiento informático en lo que podríamos considerar «segundo nivel» (utilización de programas comerciales a un cierto nivel de complejidad) que aplica técnicas matemáticas bastante elementales, aunque ciertamente más complejas que los socorridos porcentajes, puede resultar sugestivo para formular hipótesis sustentadas sobre datos objetivos, e incluso para realizar alteraciones (a modo de modelos de simulación) sobre algunas variables para ver su efecto sobre el conjunto. En la base de este ejemplo hay un problema arqueológico (que luego detallaremos) y uno conceptual referido al uso de técnicas estadísticas. Como han recordado enfáticamente Richards y Ryan (6), antes de entrar en análisis estadísticos complejos es siempre necesario comenzar por la estadística descriptiva más sencilla, y a veces ésta es suficiente, sin necesidad de recurrir a tests muy complejos donde la propia naturaleza de los datos arqueológicos puede introducir márgenes inaceptables de error, supuesto que el arqueólogo domina perfectamente la técnica compleja que está empleando.

* * *

Un problema que se plantean los arqueólogos desde hace ya mucho tiempo, y desde hace unos años con mucha insistencia, es el de la jerarquización social y las diferencias de riqueza en las sociedades antiguas. La bibliografía generada en torno a este aspecto es ya enorme y no es éste lugar para recogerla. De forma natural ha sido el mundo funerario el que por sus características se presta mejor al estudio de los aspectos de «estatus», riqueza y jerarquización. Todo análisis de este tipo parte de unos presupuestos teóricos, entre los que resumimos los siguientes, sin entrar en detalles y consideraciones teóricas ajenas a nuestro propósito actual (7):

a) La muerte es un hecho que produce un impacto emocional de

carácter universal, provocando reacciones diversas pero significativas culturalmente.

b) Las prácticas funerarias reflejan la sociedad y sus valores. Por tanto, el estudio de los restos arqueológicos que a su vez reflejan las prácticas funerarias pueden ayudarnos a entender esa sociedad.

c) Entre otras muchas cosas, la categoría social del muerto, su estatus y su riqueza pueden —no necesariamente— reflejarse en los restos arqueológicos de carácter funerario.

d) La muestra del total de población representada en las necrópolis —cuando las hay— ha de ser significativa del conjunto de la sociedad para que los resultados no estén distorsionados.

e) No es lo mismo «estatus» que «riqueza». Puede haber niveles de estatus social elevado que no impliquen posesión u ostentación de riqueza, y a la inversa puede haber exhibiciones de riqueza representadas arqueológicamente que no correspondan a un elevado «estatus» del difunto en vida. Sin embargo, y en líneas generales, sí suele haber una relación directamente proporcional entre el estatus de un difunto y la riqueza con que es enterrado. Esta riqueza puede reflejarse de muchas formas: en la cantidad y calidad de ajuar depositado, en el esfuerzo invertido en la realización de la estructura de la sepultura, o en ritos no observables arqueológicamente, como juegos funerarios.

Es más sencillo tratar de cuantificar la riqueza de un enterramiento que el «estatus» del difunto, porque la primera puede tratar de medirse con diversos criterios, mientras que en el concepto de «estatus» entran connotaciones intangibles. De todos modos se suele aceptar —dentro de ciertos límites— que las diferencias de riqueza suelen reflejar también diferencias de estatus.

Podría plantearse la duda de si es necesario «cuantificar» y «objetivar» la información. En realidad la necesidad depende del objetivo que busquemos. Con un estudio superficial es generalmente posible determinar el grupo de las sepulturas más ricas (bien sean pirámides, monumentos turriformes o encachados tumurales «principescos» según la

denominación acuñada por Cuadrado (8)) o el de las más pobres de un yacimiento. Pero eso deja fuera de toda posibilidad de estudio la gran masa de las tumbas intermedias, e impide contestar preguntas como las siguientes: ¿hay una gran distancia entre el grupo de tumbas muy ricas y la masa de tumbas pobres?, ¿hay sólo dos, tres o una cadena completa de grupos de riqueza, incluyendo grupos medios? (9), ¿cómo evoluciona la distribución de la riqueza en las sepulturas —y supuestamente en la sociedad— a lo largo del tiempo? Para tratar de responder a éstos y otros muchos interrogantes es necesario pasar de la valoración intuitiva de riqueza, que normalmente se centra en la definición de las pocas excepciones ricas, a un estudio más sistemático, que debe pasar necesariamente por la cuantificación.

Por tanto, el problema arqueológico planteado es el de cuantificar la riqueza de los distintos elementos de una sociedad, a partir de sus restos funerarios arqueológicamente observables. Hay muchos medios para hacerlo, que se han aplicado en distintas ocasiones (10): puede calcularse el esfuerzo empleado en la construcción de las tumbas («effort expenditure principle»), determinar las distintas localizaciones preferenciales dentro de una necrópolis, etcétera. Pero quizá el conjunto de métodos que más éxito ha tenido ha sido el que se ha centrado en la valoración de los ajuares funerarios, aunque sólo sea porque a menudo las estructuras sepulcrales son tan modestas y homogéneas que no dan lugar a distinciones, o porque se han estudiado yacimientos excavados de antiguo para los que hay copiosa información sobre los ajuares (basta con saber qué piezas se encontraron en cada sepultura), mientras que escasean las referencias a las estructuras sepulcrales.

Dentro de este grupo de sistemas pueden enumerarse los siguientes: el simple recuento del número de objetos en cada ajuar; la variedad de objetos (cuantos más tipos distintos de objetos, más rico es el ajuar); la rareza de los objetos (los tipos de objetos de menor frecuencia de aparición son los más caros). También

se ha utilizado como criterio el del número de objetos de metal o el del peso de los metales de cada tipo hallados en los ajuares, ordenados previamente en una escala de valores (el oro es más rico que la plata, etcétera). Más complejo es el sistema Ranksum de Kendall que calcula un índice sobre el número de orden en el rango, basándose en varias variables, incluyendo el número de objetos en el ajuar y el espacio ocupado por los enterramientos.

Por último, un método bastante usado es el de asignar una «puntuación» (en «unidades de valor») a los distintos objetos que aparecen en ajuares funerarios, y sumar el valor de cada objeto para llegar a una cifra que defina la riqueza de cada sepultura en comparación con la de las otras (11).

En lo que se refiere a la Cultura Ibérica, desde hace bastantes años se aprecia una preocupación por estos aspectos (12), pero salvo raras excepciones (13) dicha preocupación no se ha raducido en ensayos prácticos a gran escala, quizá por la ausencia de un yacimiento de gran tamaño adecuado para este análisis.

* * *

Nosotros vamos ahora a exponer los resultados de un estudio de valoración de ajuares en las 600 sepulturas excavadas de la necrópolis ibérica de «El Cabecico del Tesoro» (Murcia), fechable entre finales del siglo V y mediados del I antes de Cristo, con períodos de máxima ocupación en la primera mitad del siglo IV, y sobre todo entre finales del III y mediados del II a. C. Puesto que no era posible trabajar con datos de las estructuras de las sepulturas, se realizó el análisis de los ajuares, siguiendo primero el criterio más sencillo de los expuestos (número de objetos), y luego uno más complejo («unidades de valor»).

Las fases de este segundo trabajo fueron:

a) Decidir los criterios para crear las «unidades de riqueza» o «unidades de valor», aplicarlos a los tipos de objetos y simplificar las tablas resultantes para hacer los cálculos manejables. No es nuestro propósito detallar aquí el proceso, lo que

hacemos en otro trabajo en prensa, bastando señalar que se tuvieron en cuenta los siguientes factores: carácter importado o no del objeto; valor intrínseco de la materia prima; cantidad de material utilizado (sobre todo, en objetos de metal); dificultad técnica de la manufactura del objeto; frecuencia observada de cada tipo de objeto en la necrópolis. Sobre esos criterios cada tipo tiene asignado un valor numérico constante.

b) La riqueza de la sepultura viene determinada por la suma del valor de cada uno de los objetos de cada tipo, que se dividen (Figura 1) en las siguientes categorías: cerámica importada; cerámica ibérica; objetos no metálicos (fusayolas, pesas de telar, cuentas); objetos metálicos (fibulas, broches); armas sencillas (lanzas, jabalinas, regatones); armas complejas (falcatas, escudos, cascos); vasos plásticos; objetos en metal precioso y «otros». Por tanto, la

valoración de cada una de las 600 sepulturas según este criterio supone realizar 10 operaciones aritméticas (nueve multiplicaciones y una suma de nueve sumandos), lo que añadido a la suma de nueve sumandos del número de objetos (el primer criterio de valoración) supone que la valoración de las 600 tumbas según esos dos criterios requiere 6.600 operaciones aritméticas (16.200 si contamos cada suma parcial como una operación).

SEPULT	C.IMP	C.IB	O.NM	O.MT	AR.B	AR.C	V.PL	MT.P	OTR.	N.OB	VAL.	WWW	XXI	YYY	ZZZ
1	1	2	2	2	1				3(1)	11	32.0	11	32	10	29.5
2		2	1							3	4.0	-	-	-	-
3		4								4	6.0	-	-	-	-
4		1					1			2	4.5	-	-	-	-
5	2	4					1			7	16.0	-	-	-	-
6		2			1					3	5.5	3	5.5	2	3
7	1						1			2	6.5	-	-	-	-
8			7	1	1					9	12.0	9	12	8	9.5
9							1			1	3.0	-	-	-	-
10	2		1				1			4	11.0	-	-	-	-
11										-	-	-	-	-	-
12			2	2						4	7.0	-	-	-	-
13		3								3	4.5	-	-	-	-
14	1	4	2			1				8	15.5	8	15.5	7	11.5
15		3								3	4.5	-	-	-	-
16		1	2							3	3.5	-	-	-	-
17	1	1								2	5.0	-	-	-	-
18		1	1							2	2.5	-	-	-	-
19		8								8	12.0	-	-	-	-
20		2		5	1	3				11	30.0	11	30	7	15.5
21		2	1							3	4.0	-	-	-	-
22										-	-	-	-	-	-
23		1	1	1						3	5.0	-	-	-	-
24	1	4	1			1				7	14.5	7	14.5	6	10.5
25		2								2	3.0	-	-	-	-
26										-	-	-	-	-	-
27	5	11		10	3	5	1			35	89.5	35	89.5	27	62
28		3		1						4	7.0	-	-	-	-
29		4	3	1						8	11.5	-	-	-	-
30		4								4	6.0	-	-	-	-
31		2								2	3.0	-	-	-	-
32		1		1						2	4.0	-	-	-	-
33		1		2						3	6.5	-	-	-	-
34		1								1	1.5	-	-	-	-
35	1	3								4	8.0	-	-	-	-
36		3								3	4.5	-	-	-	-
37	1	7	4	1						13	20.5	-	-	-	-
38		2		1		1				4	9.5	4	9.5	3	5.5
SUMA TOT. PIEZAS	134	1429	351	355	108	154	52	18	112	2713	5111.9	942	2130.9	680	1244.9
MEDIA SOBRE TOT	.2	2.4	.6	.6	.2	.3	.1		.2	4.5	8.5				
MEDIA SOBRE FRE	1.3	2.8	2.2	2.1	1.4	1.6	1.3	2.0	3.3	4.8	9.0	7.4	16.6	5.6	10.3

Figura 1. Segmento inicial y final de la tabla producida en una Hoja de Cálculo. El arqueólogo sólo introdujo los datos encuadrados en línea discontinua (número de objetos de cada tipo —columnas— en cada tumba —línea—). El resto de los valores los calculó la Hoja a partir de unas fórmulas previamente introducidas.

c) Para nuestro propósito particular, que era estudiar la jerarquización de la necrópolis en relación con la aparición de armamento (14) se requería además hacer otra serie de cálculos. En primer lugar, era necesario discriminar las sepulturas con armas para hacer luego una serie de cálculos por separado, y determinar si las tumbas con armas eran como media más o menos ricas que el conjunto, y en qué proporción (columnas WWW y XXX de la Figura 1). Por otro lado, era necesario tener en cuenta que en la fase «a» del proceso podíamos haber sobrevalorado sin querer las propias armas, falseando los resultados. Por ello, decidimos aplicar ambos criterios de valoración a las tumbas con armas, *pero descontando el valor concedido a las propias armas*, para ver si, incluso así, esas tumbas seguían siendo más ricas que la media. Todo este conjunto de filtros suponía realizar nuevas operaciones, entre lógicas y aritméticas: 600 decisiones para ver si la sepultura tenía o no armas, y en los 128 casos en que la respuesta era afirmativa, colocar los mismos datos de las columnas «N.Ob.» y «Val» en las «WW» y «XXX»; luego, restar a esos valores el valor de las armas en total, seis operaciones aritméticas más por tumba, 3.600 en total), todo ello teniendo en cuenta que había sepulturas que al no tener armas en el ajuar quedaban sin objetos al restar el valor en las propias armas y, por tanto, no debían ser tenidas en cuenta al hacer las medias globales (columnas «YYY» y «ZZZ»).

d) Además, era necesario extraer la media de número de objetos y de unidades de valor en los seis casos descritos (columnas N.Ob. a ZZZ), además de la frecuencia. Por otro lado, era conveniente saber la frecuencia de cada tipo de objetos (15) y el porcentaje de sepulturas en que cada tipo aparecía. En total, unas 8.000 operaciones más.

e) Era nuestro proyecto —y sigue en curso— aplicar este mismo estudio a otras necrópolis comparables, como el Cigarralejo o Baza, y a otras anteriores, como la de Agullana, para comparar y pulir resultados.

En resumidas cuentas, todo este

estudio repetitivo, aunque matemáticamente muy simple, exigía la realización de unas 28.000 operaciones aritméticas y muchos centenares de operaciones lógicas. Un solo error aritmético, por el efecto multiplicador, podía tener consecuencias catastróficas. Como este mismo esquema iba a ser aplicado a muchos centenares de sepulturas más, siempre según el mismo esquema, el panorama era aterrador.

Por otro lado, puesto que no todos los investigadores iban a aceptar las valoraciones exactas en «unidades de valor» asignadas a cada tipo de objetos, era deseable poder repetir cuantas veces fuera necesario el trabajo alterando sutilmente los valores concedidos (por ejemplo, a la cerámica campaniense o a las falcas, aumentando o disminuyendo el valor), para ver si las variaciones alteraban sustancialmente el resultado global.

De todo lo que venimos diciendo se desprende que el tipo de trabajo a realizar era precisamente aquel para el que un ordenador está mejor capacitado: gran número de operaciones aritméticas repetitivas con decisiones lógicas por medio. La construcción del sistema de trabajo lleva tiempo, pero es imprescindible tanto si los datos se van a procesar a mano o a máquina; la definición de las fórmulas aritmético-lógicas con las que se va a alimentar el ordenador es relativamente lenta, pero el tiempo que se tarda en obtener los resultados se mide en menos de tres minutos, mientras que el procesado manual hubiera llevado decenas de horas, con mucha mayor posibilidad de error y sin posibilidad de repetir los cálculos automáticamente alterando alguna de las variables.

Por tanto, decidimos realizar un proceso de trabajo íntegramente desarrollado en ordenador, y utilizando siempre programas comerciales de fácil acceso y aprendizaje. En primer lugar, se extrajo la información tabulada de una base de datos sobre los ajuares del yacimiento, agrupando los objetos por categorías. Luego, se introdujeron esos datos (nueve columnas reflejando los tipos, y 600 líneas reflejando las tumbas) en una *Hoja de cálculo* (fi-

gura 1) (16), donde previamente se habían definido las fórmulas que tratarían esos datos. Luego, la Hoja se encargó de calcular todos los resultados de acuerdo con las instrucciones previamente introducidas mediante fórmulas, cálculos realizados en menos de tres minutos. En realidad, sólo se crearon cuatro fórmulas (para las primeras líneas de las columnas «N. Ob.», «Val», «WWW», «XXX» y «ZZZ» porque es el propio programa quien se encarga de alterar esas fórmulas para cada una de las otras 599 líneas correspondientes a otras tantas tumbas. De esa forma, la fórmula destinada a sumar los números de objetos de cada tipo, colocados en las columnas B,C,D,E,F,G,H,I,J, adopta la forma $(@SUM B + C + D + E + F + G + H + I + J)$, con la dirección de línea adecuada a cada sepultura. La fórmula de la columna ZZZ adopta, para la sepultura 50, la forma siguiente: «Si Ar.B.>0 o Ar.C.>0, entonces imprime el valor total de la tumba, pero restando el valor concedido a los objetos situados en esas dos columnas; en caso contrario, pon un guión, que no contarás como un cero a la hora de hacer medidas». Naturalmente, la expresión introducida en el ordenador fue algo así como $@IF ([@OR [H50>0; I50>0]; [@SUM [D50*3.5] + [E50*1.5] + [F50*1] + [G50*2.5] + [H50*2.50] + [I50*4] [J50*3]] - ([H50*2.5] + [I50*4]); @«-»)$.

Con estos cálculos no acaba la utilidad (casi se diría necesidad imperiosa) del ordenador para resolver nuestro problema arqueológico, porque si hasta ahora hemos extraído los datos de una Base de Datos y los hemos procesado en una Hoja de cálculo, todavía vamos a pasar esta información arqueológica por un programa de cálculo estadístico y, finalmente, por uno de presentación gráfica de calidad, para finalmente integrar esos gráficos dentro de un texto compuesto con un procesador. Vemos pues que toda la gama de productos informáticos habituales pueden ser utilizados desde la fase de tratamiento «duro» de los datos numéricos («number crunching») hasta la presentación en

condiciones de ser asimilada por un lego en la materia.

Hasta ahora la Hoja de Cálculo —programa aparentemente propio de la oficina comercial y ajeno a lo científico— nos ha permitido realizar una gran serie de operaciones con enorme fiabilidad, e incluso nos permite presentar los datos y primeros resultados en tablas que pueden ir directamente a una imprenta para su publicación. Pero la información tratada y masticada no es un resultado: aunque los valores medios nos indican que las tumbas con armas son más ricas (casi el doble) que las que no las tienen, según cualesquiera de los dos criterios, e incluso si descontamos el valor de las armas, ello no resuelve todos los problemas. Ahora es necesario saber cómo se distribuyen las frecuencias de riqueza de las tumbas, para determinar si hay grupos de riqueza marcadamente separados entre sí, o si por el contrario hay una gradación continua, desde un máximo de tumbas pobres hasta un mínimo de tumbas muy ricas, pasando por todos los grados intermedios. También hace falta determinar si las medias son un buen descriptor estadístico o si es imprescindible acompañarlas del Recorrido y de la Desviación Estándar; es necesario saber si la distribución es Estadísticamente Normal o no (casi con seguridad no lo es); hace falta determinar si las armas aparecen sólo en las tumbas más ricas o si por el contrario se distribuyen entre todos los niveles de riqueza..., la cantidad de preguntas es interminable.

La siguiente fase del proceso es tomar las columnas de resultados de la Hoja de Cálculo y verterlas para que pueda leerlas un programa de Estadística, lo que no debe ser problema para la mayoría de los programas importantes. Con esos datos convertidos en variables puede jugarse estadísticamente todo lo que se quiera, previsto que se tenga en cuenta la capacidad y limitaciones de cada «test» y que no se pierdan de vista los objetivos arqueológicos. El programa de estadística no nos va a proporcionar información que no esté implícita en los datos y es locura «bombardear» la información con todos los test que podamos, en

FREQUENCY DISTRIBUTIONS					
HEADER DATA FOR: B:ARMAS			LABEL:1		
NUMBER OF CASES: 127			NUMBER OF VARIABLES: 1		
VARIABLE: 1. armas					
====CLASS LIMITS=====			FREQUENCY	PERCENT	CUMULATIVE.... FREQUENCY PERCENT
0.00 <	2.00		0	0.00	0 0.00
2.00 <	4.00		2	1.59	2 1.59
4.00 <	6.00		10	7.94	12 9.52
6.00 <	8.00		15	11.90	27 21.43
8.00 <	10.00		15	11.90	42 33.33
10.00 <	12.00		12	9.52	54 42.86
12.00 <	14.00		13	10.32	67 53.17
14.00 <	16.00		13	10.32	80 63.49
16.00 <	18.00		8	6.35	88 69.84
18.00 <	20.00		4	3.17	92 73.02
20.00 <	22.00		6	4.76	98 77.78
22.00 <	24.00		6	4.76	104 82.54
24.00 <	26.00		5	3.97	109 86.51
26.00 <	28.00		3	2.38	112 88.89
28.00 <	30.00		4	3.17	116 92.06
30.00 <	32.00		2	1.59	118 93.65
32.00 <	34.00		2	1.59	120 95.24
34.00 <	36.00		0	0.00	120 95.24
36.00 <	38.00		0	0.00	120 95.24
38.00 <	40.00		2	1.59	122 96.83
40.00 <	42.00		0	0.00	122 96.83
42.00 <	44.00		0	0.00	122 96.83
44.00 <	46.00		0	0.00	122 96.83
46.00 <	48.00		1	0.79	123 97.62
48.00 <	50.00		0	0.00	123 97.62
50.00 <	52.00		0	0.00	123 97.62
52.00 <	54.00		0	0.00	123 97.62
54.00 <	56.00		0	0.00	123 97.62
56.00 <	58.00		0	0.00	123 97.62
58.00 <	60.00		0	0.00	123 97.62
60.00 <	62.00		0	0.00	123 97.62
62.00 <	64.00		1	0.79	124 98.41
64.00 <	66.00		0	0.00	124 98.41
66.00 <	68.00		0	0.00	124 98.41
68.00 <	70.00		0	0.00	124 98.41
70.00 <	72.00		0	0.00	124 98.41
72.00 <	74.00		1	0.79	125 99.21
74.00 <	76.00		0	0.00	125 99.21
76.00 <	78.00		0	0.00	125 99.21
78.00 <	80.00		0	0.00	125 99.21
80.00 <	82.00		0	0.00	125 99.21
82.00 <	84.00		0	0.00	125 99.21
84.00 <	86.00		0	0.00	125 99.21
86.00 <	88.00		0	0.00	125 99.21
88.00 <	90.00		1	0.79	126 100.00
TOTAL			126	100.00	
1 CASES WERE OUTSIDE SPECIFIED CLASS LIMITS					

1 CASES WERE OUTSIDE SPECIFIED CLASS LIMITS

====CLASS LIMITS=====	FREQUENCY	
0.00 < 2.00	0	K
2.00 < 4.00	2	K
4.00 < 6.00	10	K
6.00 < 8.00	15	K
8.00 < 10.00	15	K
10.00 < 12.00	12	K
12.00 < 14.00	13	K
14.00 < 16.00	13	K
16.00 < 18.00	8	K
18.00 < 20.00	4	K
20.00 < 22.00	6	K
22.00 < 24.00	6	K
24.00 < 26.00	5	K
26.00 < 28.00	3	K
28.00 < 30.00	4	K
30.00 < 32.00	2	K
32.00 < 34.00	2	K
34.00 < 36.00	0	K
36.00 < 38.00	0	K
38.00 < 40.00	2	K
40.00 < 42.00	0	K
42.00 < 44.00	0	K
44.00 < 46.00	0	K
46.00 < 48.00	1	K
48.00 < 50.00	0	K
50.00 < 52.00	0	K
52.00 < 54.00	0	K
54.00 < 56.00	0	K
56.00 < 58.00	0	K
58.00 < 60.00	0	K
60.00 < 62.00	0	K
62.00 < 64.00	1	K
64.00 < 66.00	0	K
66.00 < 68.00	0	K
68.00 < 70.00	0	K
70.00 < 72.00	0	K
72.00 < 74.00	1	K
74.00 < 76.00	0	K

Figura 2. Salida por impresora de un análisis de frecuencias «en bruto». En este caso se trata de sepulturas con armas del Cabecico agrupadas según su riqueza, en intervalos de dos «unidades de valor».

la esperanza de que alguno produzca algún resultado, aunque la herramienta a nuestro alcance es ahora tan poderosa que es difícil resistir la tentación, para determinar por ejemplo si existe correlación entre dos o más variables *a priori* independientes.

En nuestro ejemplo particular se hizo necesaria una cuidadosa matización de los valores medios obtenidos —la media aislada no era un buen descriptor, sobre todo cuando se trató la información separada por periodos cronológicos—, pero los datos más interesantes los pro-

te se trató la información referida a la riqueza de las sepulturas con armas, y se pudo comparar el patrón obtenido con el general de la necrópolis, observándose no sólo que la mayor riqueza media de las sepulturas con armamento se mantenía, sino que las armas no eran privativas sólo de las tumbas muy ricas, sino que también apareció una en las más pobres, pero en escasa proporción.

Ahora bien, como los resultados de este tipo no eran presentables desde el punto de vista estético, se hizo conveniente hacer que un pro-

grama de producción de gráficos de calidad «leyera» los datos y los presentara gráficamente. Los resultados, tal y como se presentan en los ejemplos de las figuras 3 y 4, tras su salida por una modesta impresora matricial, son elocuentes: el ordenador no sólo es capaz de trabajar con la información, sino de presentarla en forma visualmente aceptable y clara. Finalmente, estos gráficos se conjuntaron con un texto redactado en un Procesador capaz de utilizar los más diversos tipos de letras y enviado a una impresora para su reproducción en offset, sin necesidad de costosa fotocomposición.

De todo este proceso que hemos resumido —eliminando mucho de prueba y error— lo que realmente es costoso en tiempo invertido es el planteamiento arqueológico del problema en sus justos términos y el diseño del programa de operaciones..., cosas ambas que hay que hacer aún cuando se pretenda trabajar «a mano». La fase siguiente, la introducción inicial de los datos, es tediosa pero mucho más agradecida que la creación de tablas a máquina (al menos se pueden rectificar errores en cualquier momento sin pérdida de tiempo). Pero es en la fase de proceso de datos y extracción de resultados, y en la de trasvase de información de un medio a otro (de las tablas numéricas a los gráficos, por ejemplo) donde el ordenador da, en los márgenes de este ejemplo

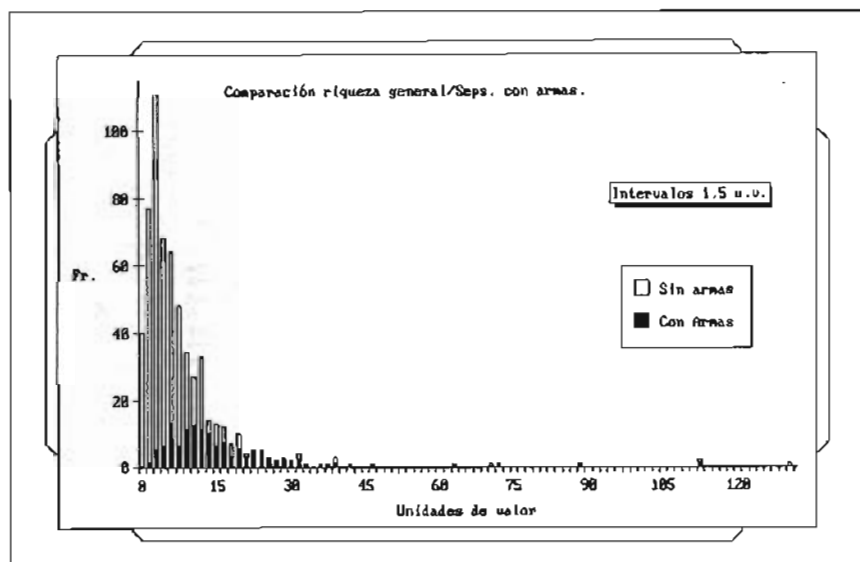


Figura 3. Las curvas de frecuencia mejoradas en un programa de gráficos. Se superpone el subconjunto de las sepulturas con armas sobre el total, para probar como hay armas en todos los niveles de riqueza.

porcionó otro tratamiento estadístico muy sencillo pero tedioso: el Análisis de Frecuencias (Figura 2). Con el rudimentario sistema gráfico con el que el programa con que nosotros trabajamos viene previsto, fue posible visualizar los datos agrupándolos por su frecuencia en intervalos de distinta amplitud, buscando primero si había algún «salto» o «hiato» entre grupos de riqueza, y una vez determinado que más bien había una curva continua (lo que de por sí es un resultado interesante, ver nota 9), fue posible elegir los intervalos más apropiados para la representación gráfica. Igualmente,

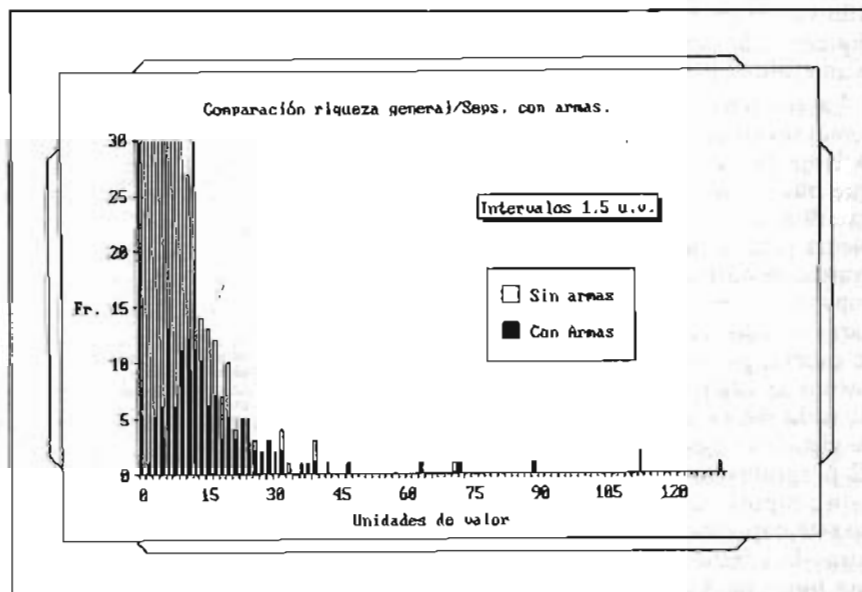


Figura 4. imagen ampliada a modo de «zoom» del gráfico anterior, para observar en detalle la distribución de las tumbas más ricas pero menos frecuentes.

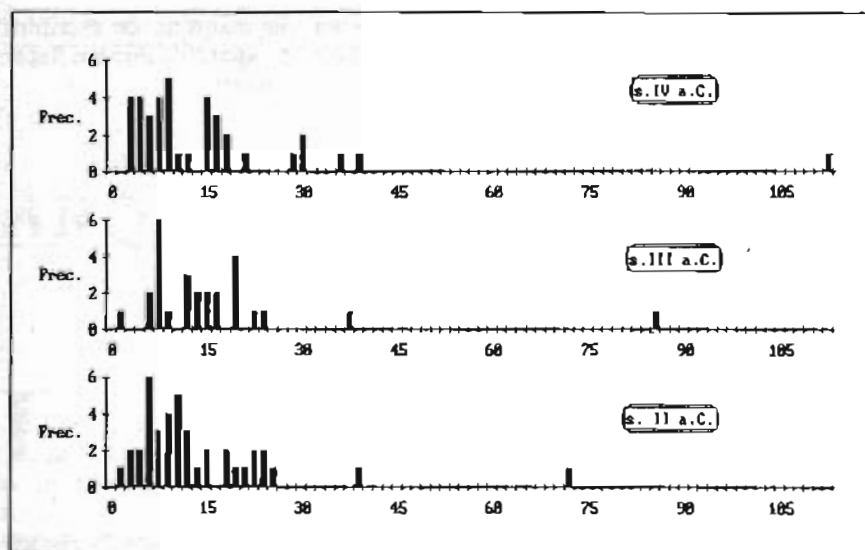


Figura 5. Distribución por siglos de las sepulturas datables del Cabecico. Nótese cómo la mayoría de las sepulturas oscilan en torno al mismo nivel de riqueza, mientras que las tumbas más ricas se distancian cada vez menos de la masa según pasa el tiempo. El programa es capaz de presentar simultáneamente los tres gráficos en pantalla, regular el tamaño para que sean comparables directamente e imprimirlos tal cual se presentan aquí.

ra. Por ejemplo, el último caso sólo requeriría ahora sustituir, en la fórmula que antes recogíamos, el factor multiplicador de cerámica importada (3,5) y sobrevalorarlo, por ejemplo, a 4,0.

Creemos que con este ejemplo, elemental si se quiere para un informático o un arqueólogo curtido en estas lides, complementamos el trabajo que se presentó en estas mis-

concreto, la medida de sí mismo: la rapidez y la seguridad de trabajos secundarios y «extra» que podemos atrevernos a exigir en materia de minutos o segundos es enorme..., aunque la salida por impresora de un tratamiento estadístico se puede medir en decenas de metros de papel.

En realidad, una vez diseñado el sistema de trabajo, es posible aplicarlo sin pérdida adicional de tiempo a otros yacimientos, como ya hemos indicado que estamos haciendo con este mismo estudio, y entonces la productividad se dispara. Además, siempre es posible profundizar en el análisis, porque una vez que se ha invertido un tiempo inicial en aprender a manejar un programa relativamente complicado, no se olvide fácilmente; desde luego compensa el esfuerzo de trabajar sobre un programa complejo, antes que quedarse en uno aparentemente mucho más sencillo pero también con muchas menos posibilidades. Así, por ejemplo, y sobre estos mismos datos es posible subdividir el conjunto de tumbas según su cronología, y ver el comportamiento a lo largo del tiempo (Figura 5); es factible correlacionar los resultados obtenidos utilizando los dos criterios, y ver si el más sencillo proporciona los mismos que el complicado (Figura 6); pueden ensayarse análisis de agrupamiento, introducir nuevas variables y realizar análisis factoriales; alterar algunas variables y ver como reacciona el conjunto, etcéte-

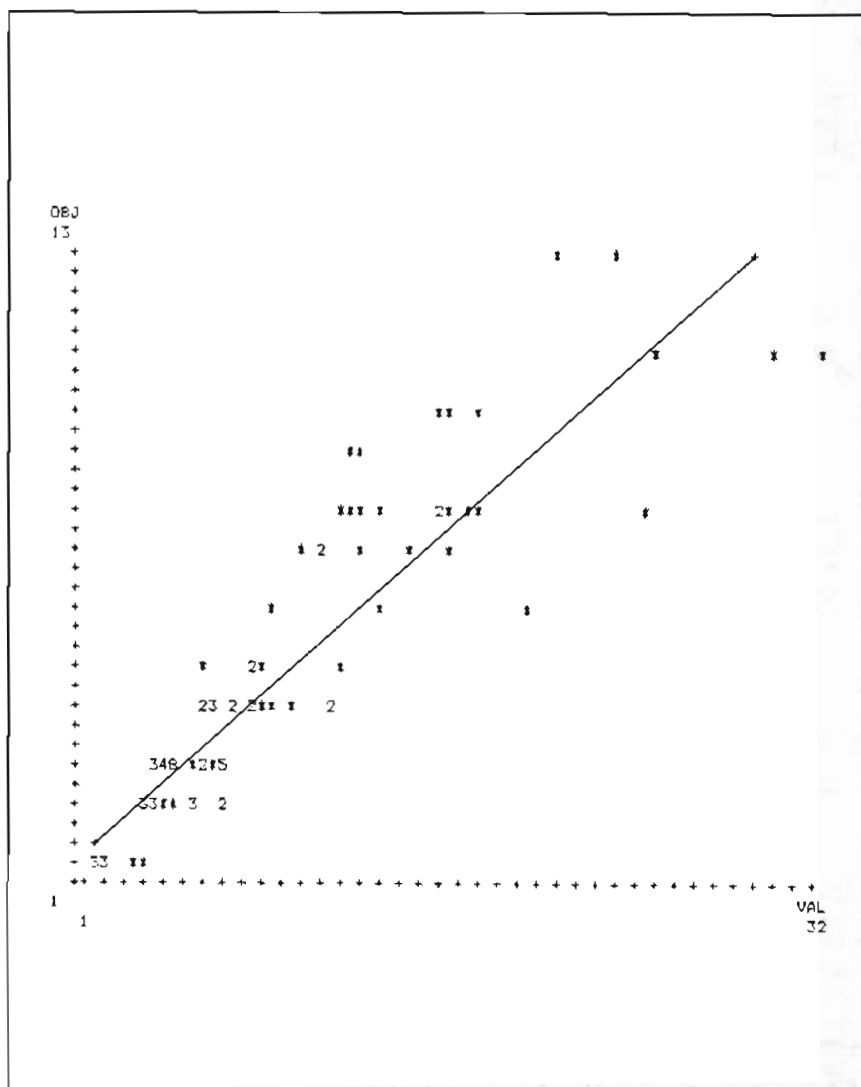


Figura 6. Correlación entre los dos criterios utilizados para medir la riqueza. A pesar de que uno de ellos (Valoración ponderada) es dependiente del otro (número de objetos), en tanto que éste actúa de factor multiplicador, el índice de 0,9 es altísimo e indica que los resultados que ofrecen no son discordantes entre sí.

mas páginas no hace mucho y demostramos que no es siempre necesario recurrir a técnicas extremada-

mente complejas para obtener resultados interesantes y a la inversa, que es una absurda autolimitación que-

darse en «la máquina de escribir» cuando estos aparatos pueden hacer tanto por nosotros.

NOTAS

(1) Gimeno Viguera, I.; González Bravo, R.; Quesada Sanz, F.: «Arqueólogos e Informática», *Bol. Asoc. Esp. Amigos de la Arqueología*, 24, 1988, páginas 5-17 (entregado, 1986).

(2) Otra variante de la utilización docente de la Informática, mucho más directa, es la que ejemplifica el trabajo de J. Gómez Pantoja y V. Martínez. «Midas, un modelo informal de Arqueología simulada», en *Arqueología espacial. Coloquio sobre el microespacio* 7, Teruel, 1986, páginas 223-238. Se trata de un modelo de prospección y excavación simulado a través de un ordenador.

(3) Richard, J. D. y Ryan, N. S.: *Data Processing in Archaeology*, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge 1985. Este manual ha quedado irremediablemente superado en sus capítulos 3, 4, e incluso en el 7, referidos respectivamente al «hardware», «software» y «paquetes» de programas. En cambio, siguen siendo de provechosa lectura los capítulos referentes a la naturaleza de los datos y al trabajo con ficheros.

(4) Un buen ejemplo de «Mathematics in Archaeology» de Clive Orton, recientemente traducido al castellano.

(5) Ver nota 1.

(6) Richards y Ryan, *op. cit.* nota 2, páginas 7 y 172.

(7) Para las consideraciones teóricas sobre la Arqueología de la Muerte ver la amplísima bibliografía recogida en R. Chapman, J. Kinnes y K. Randsborg (eds.) *The Archaeology of Death*. Cambridge, 1981.

(8) Cuadrado, E. «Tumbas principescas de El Cigarral», *MM*, 9, 1968, páginas 148-186. La calidad de «principescas» de las sepulturas 200 y 277 viene definida por el tamaño de los empedrados tumulares y la riqueza de los ajuares, valorada subjetivamente y sin relacionar de manera precisa con la de otras sepulturas del yacimiento.

(9) Esta pregunta está en relación con la idea planteada ya en 1973 por Rathje (cit. por J.A. Brown. «The search for rank in prehistoric burials», en *op. cit.* nota 7, página 30) de que un sistema social con niveles de estatus rígidos aparecerá representado por niveles claros y separados entre sí de riqueza funeraria, mientras que otra sociedad que introduzca componentes de ascenso social, rompiendo un sistema de estatus rígido, mostrará una gradación constante con pocas rupturas y saltos poco definidos entre niveles de riqueza. La importancia que esto tiene se verá más adelante.

(10) Para explicación más detallada de los distintos sistemas y amplia bibliografía, ver V. A. Alekshin, «Burial Customs as an Archaeological Source», *Current Anthropology*, 24.2, 1983, páginas 137-149 y especialmente pp. 141-142; también Brown (*op. cit.* nota 9 páginas 29-30; K. Randsborg, «Wealth and social structure as reflected in bronze age burials a quantitative approach», en C. Renfrew (ed.), *The Explanation of Culture Change. Models in Prehistory*, 1973, páginas 565-570.

(11) Ver, por ejemplo, para este tipo concreto de cuantificación de riqueza, S. Shennan, «The Social organization at Branc», *Antiquity*, XLIX, 1975, páginas 279-288, quien «puntúa» a priori sobre la base del tiempo estimado de producción del artefacto y la dificultad de obtención de la materia prima. También Hodson, F. R. «Inferring status from burials in Iron Age Europe: some recent attempts», en Burnham y Kingsbury (eds.) «Space, Hierarchy and Society», *B.A.R. International Series*, s. 59, Oxford, 1979. Igualmente, P. Hinton, «An Analysis of Burial rites at Münsingen-Rain; an approach to the study of Iron Age Society», en *Aquitania. Suppl. I*, 1986, páginas 351-368. Incluso se ha hecho un interesante experimento al proponer a un conjunto de expertos que «valoraran» según su criterio una serie de

materiales. Los resultados resumidos aparecen en Gimeno, I. y González, R., «Una interpretación microespacial: necrópolis tumular» en *Arqueología Espacial. Coloquio sobre el microespacio* 9, Teruel, 1986, página 397. Este estudio sirvió sobre todo para demostrar las diferencias en la valoración intuitiva que de los diversos tipos de objetos hacían profesionales expertos.

(12) Un ejemplo —aunque no el único— es el trabajo de M. Almagro Gorbea «Paisaje y Sociedad de las Necrópolis ibéricas», *XVI C.A.N.*, 1983, páginas 725-734. Muy frecuentemente citado, evidencia ya una preocupación por los temas que tocamos ahora, aunque su aproximación no sea todavía cuantitativa, y su escasa estadística sea del tipo más elemental (página 733).

(13) Una de las excepciones es el estudio de P. V. Castro, referido al mundo meseteño, «Organización espacial y jerarquización social en la necrópolis de las Cogotas (Ávila)», *Arqueología Espacial. Coloquio sobre el microespacio*, 9, Teruel, 1986, páginas 127-138. Se orienta no tanto a la cuantificación de los ajuares como a la identificación de linajes a partir de las zonas de la necrópolis, y a la agrupación de los tipos de objetos en los ajuares mediante «cluster analysis».

(14) F. Quesada, «El armamento de la necrópolis ibérica de «El Cabecico del Tesoro» (Murcia)», *Homenaje al Prof. Gratiiano Nieto, CuPAUAM*, 13-14, 1986-87, páginas 47-63.

(15) Esto en realidad hubo que saberlo antes de valorar los objetos en unidades, porque uno de los criterios era la abundancia relativa de cada tipo de objetos. Es una utilidad extra de la Hoja de cálculo.

(16) Signo de primitivismo informático. Si el plan completo hubiera estado diseñado desde el principio, la base de datos hubiera estado organizada de forma que los datos arqueológicos se volcaran directamente a la Hoja de Cálculo.

ARQUEOLOGIA Y ARQUEOMETALURGIA

Salvador ROVIRA LLORENS

Museo de América

EL estudio de los objetos de metal como restos materiales de la cultura ha sido foco de atención desde que la Prehistoria cobró entidad como disciplina científica. La señal de partida se podría situar a comienzos del siglo XIX cuando Ch. J. Thomsen ordenó los materiales del Museo Nacional de Antigüedades de Copenhague según el afortunado sistema de las Tres Edades (Piedra, Bronce y Hierro), por él ideado y que publicaría años más tarde en la guía del museo (*Ledetraad til Nordisk Oldkyndighed*, København, 1836). La gran aceptación que el sistema ha tenido hasta nuestros días generó la necesidad de análisis de materiales metálicos, aunque en principio sólo fuera con vistas a una buena clasificación.

El siglo XIX fue también la época de desarrollo de la metalurgia científica (Tylecote 1984: 158-159), de manera que en el último cuarto de siglo comenzaron a aparecer estudios de metalurgia aplicada, algunos simples trabajos de analista como el de Terreil (1882), y otros, los menos, verdaderos trabajos de arqueometalurgia como la obra fundamental de los hermanos Siret (1890).

Mucha de la labor de los metalúrgicos en sus incursiones en el terreno de la Arqueología no se ha visto recogida adecuadamente en la bibliografía que maneja el historiador. Es sorprendente el número de artículos sobre metalurgia antigua, escritos en el lenguaje propio del químico o del metalúrgico que podemos encontrar en revistas tales como *Bulletin of the Institution of Metallurgists* (London), *Chemistry and Industry* (London), *Engineering and Mining Journal* (New York),

Journal of Chemical Education (Easton, USA), *Journal of the Chemical Society* (London), *Metals and Materials* (London), *Metall und Erz* (Berlín) y otras muchas, tan alejadas conceptual y temáticamente de la biblioteca de consulta del arqueólogo. Ello traduce, de hecho, la desconexión existente durante muchos años entre dos campos de investigación: la metalurgia y su historia particular y la Arqueología y la Historia de la Humanidad. Entre uno y otro se ha tratado de tender puentes, muy particularmente desde la década de los cincuenta, cuando la arqueometría se convierte en apoyo básico tanto para la *New Archaeology*, como para la *Analytical Archaeology* y sus diversas escuelas. En tal sentido resultan extraordinariamente valiosos los trabajos de síntesis de Caley (1964), Coghlan (1961), Forbes (1971 y 1972), Marchal (1962) y Tylecote (1962 y 1984).

Con todo, la falta de conexión es aún excesiva y se pone de manifiesto a veces con tintes radicales en las reuniones científicas en las que presentan sus aportaciones por un lado los prehistoriadores con su metodología propia y por otro los metalúrgicos, atrincherados tras sofisticados métodos de análisis buscando la interpretación de fenómenos físico-químicos.

¿Qué es la Arqueometalurgia?

Aunque parezca paradójico, no existe una definición comúnmente aceptada del significado del término, excepto en su sentido literal etimológico: la Arqueometalurgia (o Paleometalurgia, como prefieren los colegas franceses) se refiere a las fa-

ses más antiguas de la tecnología del metal.

El metalúrgico físico o químico tratará de establecer por la vía analítica los medios y métodos puestos en juego para obtener metales y aleaciones, así como la tecnología que permitía elaborar objetos metálicos en épocas antiguas. Para ello aplicará los conocimientos sobre metalurgia acumulados en los últimos cien años (la metalurgia como ciencia desgajada de la Física y de la Química no tiene muchos más) y las técnicas de laboratorio disponibles. Los resultados de estas investigaciones no tienen utilidad práctica para el desarrollo de la metalurgia actual. Para el metalúrgico es una especie de actividad «dilettante» hacer la historia de la metalurgia. Tiene asumido, como la mayoría de los técnicos, que el progreso consiste precisamente en sustituir unas tecnologías por otras más avanzadas. Se trabaja con la mirada enfocada en el presente y hacia el futuro próximo, y quizás sea por esa transitoriedad del saber práctico por lo que se presta tan poca atención en las escuelas técnicas a la Historia de la Tecnología.

Para el historiador, en cambio, carecen de interés los aspectos físico-químicos de la metalurgia. Lo importante para él es el impacto que el metal produjo en las sociedades pretéritas. Es un elemento más de los complejos tecnológicos que le sirven para entender y clasificar las sociedades y una parte de la dinámica de sus relaciones.

Sin embargo, para esa descripción de los complejos tecnológicos resulta imprescindible el análisis metalúrgico. El círculo se cierra poniendo de manifiesto la incomunicación de lenguajes diferentes, inco-

municación que no resolverá hasta que unos y otros desciendan de sus olimpos particulares para charlar amigablemente en el lenguaje común de la vieja historia del hombre. Ello significará pasar de lo puramente descriptivo a lo orgánicamente funcional.

Desde hace algunos años me viene preocupando una definición de la Arqueometalurgia que armonice posiciones extremadas. Ha sido expuesta cada vez que ha surgido la oportunidad (Montero *et al.* 1988, Rovira 1986, 1989, y e.p.). Mientras que la Metalurgia es una ciencia empírica, de laboratorio, cuyos avances se basan en la aplicación de las leyes de la Física y de la Química (mecánica de sólidos cristalinos, deformación plástica, disoluciones, reacciones de oxidación y reducción, etcétera), la Arqueometalurgia es una ciencia histórica cuya finalidad es el conocimiento de los niveles tecnológicos de las culturas metalúrgicas pretéritas y su evolución temporal y espacial. Es precisamente la dimensión espacial unida a las demás, lo que conduce a un enfoque dinámico peculiar, coincidente con muchas de las vías de análisis de los procesos de cambio empleados en Prehistoria, al tiempo que sitúa en un papel instrumental auxiliar la analítica de laboratorio. Desde esta perspectiva, la objetivación de datos en el laboratorio carece de sentido por sí misma y ha de ser integrada, por tanto, en un programa coherente de investigación histórica. Este programa debe incluir tres pasos fundamentales:

1.º Recogida de materiales con criterio arqueológico. Trabajo de campo.

2.º Análisis de materiales. Fase de laboratorio.

3.º Traducción de los datos analíticos a complejos tecnológicos y reinserción de los mismos en el contexto arqueológico, de manera que puedan ser utilizados en la síntesis global que resulte del programa propuesto.

La Arqueometalurgia así entendida se integra en el conjunto metodológico de la investigación arqueológica como un componente más de la multidisciplinariedad exigible a la

Arqueología moderna. Como cualquier disciplina instrumental, la Arqueometalurgia posee su metodología propia, de la que hablaremos a continuación.

Materiales

Materiales objeto de estudio arqueometalúrgico son todos aquellos relacionados con la actividad metalúrgica: minerales, escorias, restos de estructuras de horno, productos intermedios de fundición, moldes, crisoles y cerámicas con adherencias minerales o metálicas y piezas acabadas. En otra ocasión se han descrito con cierto detalle estos materiales, por lo que no voy a repetirla aquí (Montero *et al.* 1988:6-7).

Durante muchos años se prestó atención casi exclusivamente a los objetos de metal, esperando extraer de la composición de metales y aleaciones información suficiente para caracterizar los complejos tecnológicos. Sirva como ejemplo la monumental obra de Junghans *et al.* (1960 y 1968).

Pero pronto se vio que el estudio de impurezas no resultaba tan útil para caracterizar series de materiales (Ottaway 1974), debido a la inestabilidad de ciertos elementos químicos ante los procesos térmicos y mecánicos de la metalurgia (Tylecote *et al.* 1977). Ya para entonces se veía la necesidad de ampliar los estudios a todos los materiales que intervienen en el proceso de transformación de un mineral en un objeto metálico (Bowman *et al.* 1975, Friedman *et al.* 1966), cosa nada nueva, por cierto, pues ya Siret la había incluido en sus estudios antes citados. Los resultados de trabajos así orientados están permitiendo ampliar considerablemente las características de los complejos tecnológicos. Buena muestra de ello es el volumen compilado por Craddock y Hughes (1985) o los trabajos de Delibes *et al.* (e.p.) y Fernández-Miranda *et al.* (e.p.), estos últimos referidos a la metalurgia primitiva del sureste de España.

Métodos de análisis arqueometalúrgico

Si, como hemos comentado antes, la Arqueometalurgia hace una lectura en sentido contrario de la metalurgia, desde el presente hacia el pasado, el investigador tratará de aplicar los conocimientos actuales a la interpretación de las tecnologías antiguas. En la actualidad la tecnología de los metales tiene un desarrollo extraordinario y se conoce en detalle el quimismo que rige las transformaciones de las menas metalíferas en metales. El campo de la investigación de nuevas aleaciones con propiedades preestablecidas ha permitido el desarrollo en profundidad de la mecánica del estado sólido, los efectos de las mezclas de metales, los efectos de los tratamientos mecánicos (forja, laminado, hechurado) y térmicos (temple, homogeneizado, recocido). Hoy disponemos de potentes métodos para escudriñar la estructura del metal: microscopios ópticos y electrónicos, ecografía y radiología. Para determinar la composición de las aleaciones, la industria dispone de instrumentos con una precisión y sensibilidad capaces de detectar elementos químicos presentes en cantidades del orden de magnitud de fracciones de parte por millón (ppm). Los laboratorios que estudian las características de los materiales metálicos, cuentan con equipos para medir parámetros físicos tales como dureza, resistencia, flexibilidad, resistencia a la carga, etcétera, así como las máquinas adecuadas para ensayar la respuesta de un metal bajo las condiciones que se deseen.

Una parte de ese aparato instrumental es utilizable en investigación arqueometalúrgica, pero no todo. Efectivamente, en unos casos la agresividad de una determinada técnica sobre el objeto en estudio desaconsejará su empleo. En otros, los resultados pueden ser tan irrelevantes para el conocimiento arqueometalúrgico que no merece la pena ensayarlos.

La agresividad o el daño que un método analítico pueda causar al objeto arqueológico es el principal obstáculo a la hora de plantear un programa de trabajo. Sin embargo,

conviene hacer distinciones dentro de los materiales arqueológicos. Así, por ejemplo, minerales, escorias y adherencias en cerámica pueden ser «sacrificados» más fácilmente que una fíbula, un puñal o una moneda. Además, la mayoría de ensayos útiles al arqueometalúrgico tampoco requieren un gran «sacrificio»: actualmente para un análisis químico destructivo son suficientes unos pocos miligramos de metal, lo cual daña muy poco la pieza si la muestra es extraída con cuidado, pero existen también métodos no destructivos que permiten analizar directamente sobre el propio objeto sin necesidad de extraer muestras.

Un buen programa de análisis arqueometalúrgico debe ser capaz de responder a cuestiones básicas, primordiales, en orden a conocer:

a) Materias primas y su proceso de transformación en metales brutos.

b) Composición de metales y aleaciones, y sus posibles métodos de obtención.

c) Procesos de taller o técnicas de fabricación de los objetos de metal.

Los dos primeros puntos se apoyan en el análisis químico y la microscopía. El tercero en la metalografía microscópica y la radiología, básicamente.

Análisis químico

En los últimos veinte años han sido publicados varios libros dirigidos al arqueólogo incluyendo capítulos dedicados a los métodos de análisis químico (Brill 1971, Brothwell e Higgs 1980, Young 1973). Más especializados resultan los varios volúmenes de J. B. Lambert, en particular Lambert (1984), o revistas tales como *Archaeometry* (Oxford University) y *Journal of the Historical Metallurgy Society* (University of Newcastle upon Tyne), entre otras.

No voy a entrar en detalle en los fundamentos de las técnicas de espectrometría hoy disponibles, cuya descripción detallada puede encontrarse en diversos manuales (Ewing 1978, Lambert 1984). La mayoría

de ellas son técnicas destructivas; es decir, la muestra es destruida a lo largo de la marcha analítica. Únicamente la activación neutrónica y la fluorescencia de rayos-x no lo son.

Desde el punto de vista metodológico es interesante hacer algunas puntualizaciones con el fin de huir de las polémicas a las que tan adictos son a veces los analistas, y que frecuentemente contagian a los arqueólogos, siempre dispuestos a considerar como «dogma de fe» unos resultados de laboratorio. En mi experiencia, he de indicar que todos los métodos analíticos son buenos pero ninguno es el perfecto o ideal. Las ventajas e inconvenientes que cada uno tiene, hacen que para conseguir un estudio exhaustivo sea necesario combinar varias técnicas (por ejemplo: emisión, absorción atómica y fluorescencia de rayos-x). Ello es, en principio, antieconómico en tiempo y en dinero. Pero, además, difícilmente encontraremos laboratorios con el equipamiento necesario para aplicar varias de las técnicas a una serie amplia de materiales como los que habitualmente proporciona cualquier excavación arqueológica. Se podría argumentar que, para salvar problemas económicos, podría efectuarse una selección de los materiales a analizar. Pero ello, evidentemente, proporcionaría una información muy sesgada respecto del conjunto (ya de por sí sesgado por los métodos de excavación). Es preferible estudiar colecciones completas con criterios prácticos.

Durante mucho tiempo se consideró de capital importancia la cuantificación minuciosa de los elementos traza o impurezas presentes en el metal o aleación. En función de tales contenidos se han intentado clasificaciones, se ha querido resolver cuestiones relativas al mineral de procedencia, localizaciones geográficas e incluso talleres.

El tema de los elementos traza ha perdido interés para un gran sector de especialistas en arqueometalurgia por varias razones que trataré brevemente de explicar. Hay que considerar, en principio, el factor humano aportado por el propio analista combinado con las limitaciones del equipo de medida empleado.

Todos los espectrómetros tienen unos límites de detección, por debajo de los cuales no se detectan elementos aunque estén presentes. Los riesgos más destacados provienen, no obstante, del factor humano: riesgos de contaminación de la muestra, errores en los sucesivos procesos de preparación de dicha muestra hasta que es analizada, y errores de decisión del propio analista que es quien decide, a fin de cuentas, si un elemento químico está presente o no, o si es o no significativo.

Se han efectuado varias experiencias de análisis de una misma aleación por distintos métodos y por distintos analistas, con resultados notablemente dispares por lo que se refiere al contenido de elementos traza. A veces la disparidad ha alcanzado también a los mayores constituyentes, lo cual es más alarmante. Para evitar en lo posible estas irregularidades es conveniente que las grandes series de análisis las realice el mismo analista en el mismo equipo.

Pero el principal reparo a los estudios basados en los elementos traza, provienen de la inestabilidad probada de la mayoría de dichos elementos frente a los procesos metalúrgicos. Elementos tales como el hierro, el manganeso, el zinc, el arsénico, el antimonio, el bismuto, el plomo y otros muchos sufren notables mermas en el paso del mineral a metal bruto, y en las sucesivas operaciones de afinado y refundiciones. También los tratamientos térmicos provocan pérdidas sensibles por oxidación de elementos como el antimonio y el arsénico.

A estos fenómenos de inestabilidad hay que agregar los cambios de composición debidos a la recuperación de chatarra o piezas amortizadas de distinta procedencia, con las que se funden objetos nuevos.

Finalmente, pero no menos importante, hay que considerar las irregularidades en la composición de los minerales dentro de la propia mina, hecho más que probado. Este fenómeno, poco importante en la industria moderna ya que se trabaja con hornos de gran capacidad y en condiciones controladas que permiten obtener coladas homogéneas

(para ello están los controles de calidad), si lo es si consideramos que los metalurgos primitivos fundían en hornos de poca capacidad (unos pocos kilogramos de mineral seleccionado) y en condiciones poco controlables.

Con lo anteriormente apuntado no pretendo desanimar ni, mucho menos, invalidar el análisis químico como fuente de información. Pretendo, tan sólo, situar la cuestión en términos realistas: qué se puede exigir a la vía analítica y cómo debemos manejar los resultados para establecer conclusiones válidas. A los análisis cuantitativos debemos exigir una correcta identificación de los metales y aleaciones; es decir, de los que habitualmente llamamos *mayores constituyentes*. Con ello podremos situar en un contexto cronológico-estratigráfico la aparición y evolución de los tipos de aleación, y buscar la relación entre estos tipos y los objetos metálicos a que se destinan. Con series numerosas de análisis podremos elaborar modelos teóricos de comportamiento y confirmarlos o refutarlos con la ayuda instrumental de la estadística aplicada.

Parece ser que no todo está perdido en el terreno de la identificación de posibles procedencias de ciertos metales por la vía de análisis químico. Hace pocos años se descubrió que el plomo que se encuentra como impureza en muchos minerales contiene ciertas cantidades de isótopos radiactivos de dicho metal. Parece ser que la proporción de estos isótopos o clave radioisotópica del plomo es característica de cada formación metalogenética, y que se mantiene inalterada en el metal obtenido. Ya se han dado a conocer algunos resultados interesantes (Gale, e.p.). Obviamente el método es fiable mientras no se hayan producido mezclas de metales con distintas claves radioisotópicas.

Metalografía microscópica

La metalografía microscópica es un poderoso método analítico al servicio de la identificación de las

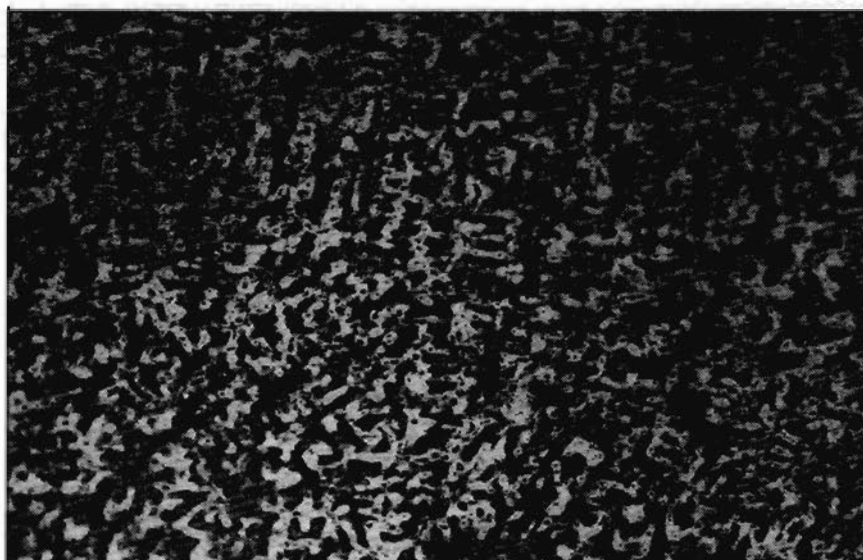


Figura 1. Exvoto ibérico MAN 24879. Estructura metalográfica de bruto de colada de un bronce, indicando que la pieza ha sido fundida. El pequeño tamaño de las dendritas es consecuencia del enfriamiento rápido del metal una vez vertido en el molde. Ataque con cloruro férrico y ácido clorhídrico. 250 aumentos.

técnicas de fabricación de objetos metálicos. Por fortuna para nosotros, los metales y aleaciones agrupan sus átomos formando unas estructuras características que son consecuencia de los tratamientos térmicos y mecánicos a los que han estado sometidos. Los metalúrgicos conocen con gran precisión el comportamiento de los metales en los cambios de estado (diagramas de fases), así como la relación causa-efecto en las microestructuras (Dietter Jr. 1967, Greaves y Wrighton 1979, Lindenvald 1972). Este conocimiento se ha logrado sometiendo probetas de metal a tratamientos controlados y observando los efectos con el microscopio.

El arqueometalurgo anda el camino al revés: observa la microestructura del metal arqueológico y deduce los tratamientos que la provocaron (temple, forja, recocido, etcétera). Existen unas pocas microestructuras básicas y un sinfín de posibles combinaciones:

— *Estructuras de bruto de colada.* Son las que toman los metales al pasar del estado líquido al sólido. Las estructuras de fundición adquieren formas muy variadas según se trate de metales puros o de aleaciones, según la miscibilidad de los componentes en los diversos estados y se-

gún la velocidad con que tengan lugar los cambios de estado. En general, se obtiene una estructura dendrítica debido a que el proceso de solidificación se ve afectado por las diferentes temperaturas de los metales presentes (excepto en las llamadas soluciones eutécticas). Cuando nos encontramos ante una estructura de bruto de colada podemos afirmar que la pieza es un producto de fundición (Figura 1).

— *Estructuras de deformación en frío.* Cuando un metal es forjado, martillado o laminado en frío rompemos mecánicamente la organización previa de los cristales, la deformamos. Según el grado de deformación obtenemos estructuras ligeramente macladas (escasa deformación) o fibrosas (gran deformación) y todas las variantes intermedias. Estas microestructuras son características de los objetos trabajados en frío (Figura 2).

— *Estructuras de recristalización.* Los metales tienen la propiedad de organizar sus átomos en cristales poliédricos cuando se calientan por encima de una temperatura crítica, generalmente baja, llamada de recristalización. En algunas aleaciones el efecto térmico aumenta la solubilidad en sólido de sus componentes, homogeneizando las segre-

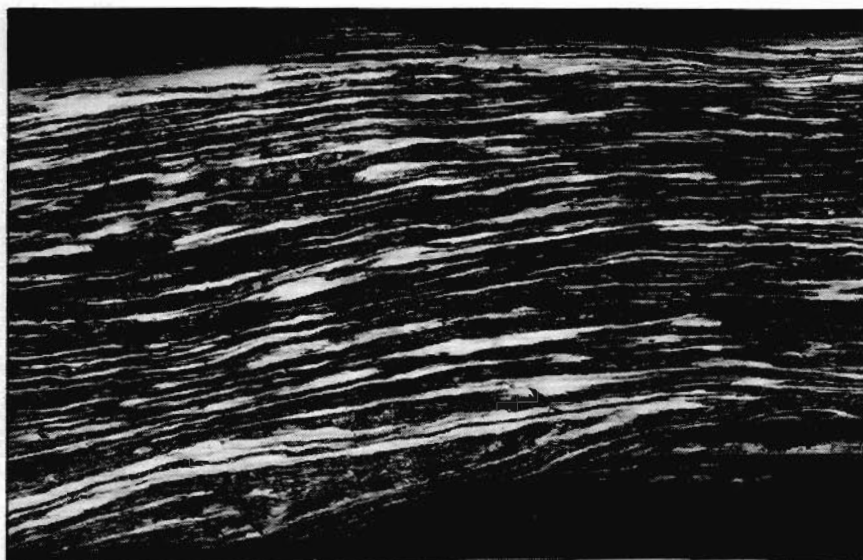


Figura 2. Punta de Palmela de cobre. Fundación Alhonor, III 2/D. Estructura de deformación en frío de los filos de la hoja. El trabajo de martilleo ha sido intenso, produciendo una estructura fibrosa. La pieza, que era un producto primario de fundición, fue forjada para darle la forma definitiva y endurecer el metal. Ataque con persulfato amónico y amoniaco. 250 aumentos.

gaciones producidas, por ejemplo, en el metal colado. En otras, en cambio, determinadas regiones térmicas producen segregaciones. Unas y otras confieren al metal de base cualidades diferentes. El tipo, tamaño y composición de los granos es función de la temperatura y del tiempo que dura el tratamiento para una aleación dada, y son la base de los tratamientos de templeado, revenido, recocido, etcétera (Figura 3).

— Estructuras de deformación en caliente. Son combinaciones de las dos anteriores: el metal tiende a recrystalizar por efecto térmico al tiempo que se rompen los granos bajo el esfuerzo mecánico. Resulta prácticamente imposible distinguir en los metales no férricos estas estructuras de las que resultan al hacer recrystalizar un metal que pre-

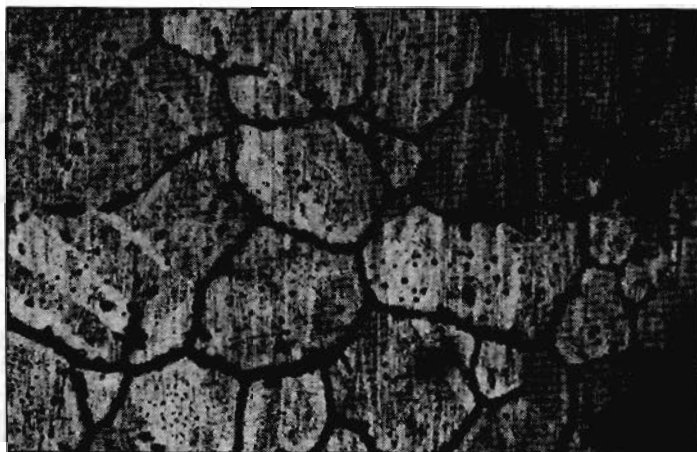


Figura 3. Aguja de fibula. Cerro de Hecce Homo (Madrid). Estructura de bronce recrystalizado por tratamiento térmico. Granos poliédricos de bronce alfa. Ataque con cloruro férrico y ácido clorhídrico. 160 aumentos.

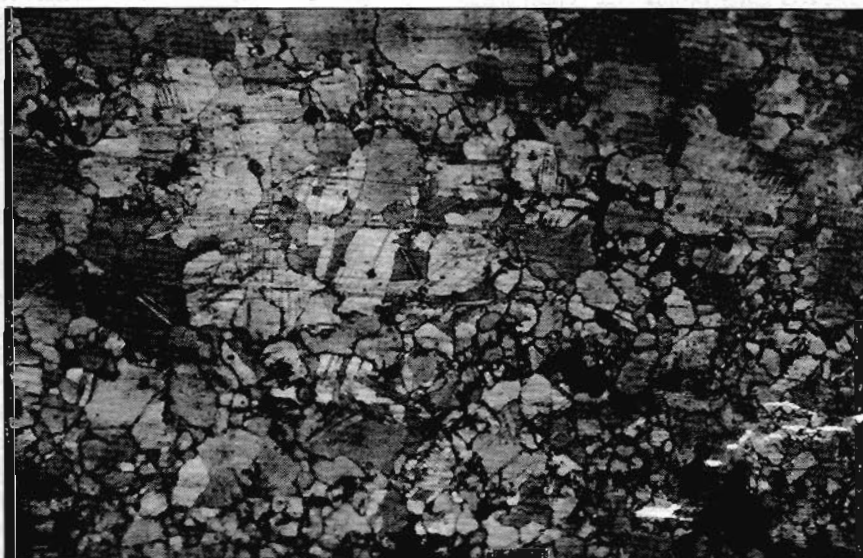


Figura 4. Brazalete de Castillonroy (Lérida). Estructura de bronce alfa mostrando el efecto de tratamiento mecánico y térmico. Granos poliédricos maclados. Sugiere que el brazalete fue fundido como una varilla que luego fue doblada sobre sí misma para darle la forma definitiva. Ataque con cloruro férrico y ácido clorhídrico. 200 aumentos.

viamente había sido trabajado en frío (Figura 4).

Vemos pues, cómo la metalografía microscópica es un método utilísimo para desvelar procesos de taller. Pero debemos ser cautos a la hora de emitir conclusiones, centrándolas en las tecnologías básicas. Si llegamos a observar una microes-

tructura que, por semejanza con alguna moderna, sugiere un tratamiento altamente especializado, no debemos suponer que el artesano que la elaboró disponía de tales conocimientos mientras no comprobemos que el tratamiento se repite un número suficiente de veces. La metalurgia primitiva es el arte del metal, una de las artes del fuego. En-

tonces no tenían pirómetros de precisión ni hornos de temperatura regulable a voluntad. Las condiciones de trabajo las fijaba la experiencia y su único laboratorio de control de calidad era el banco de taller y la práctica cotidiana, todo ello al servicio de unas necesidades sociales que poco tienen que ver con la tecnología actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Bowman, R., Friedman, A. M., Lerner, J. y Milsted, J. (1975): «A statistical study of the impurity occurrences in copper ores and their relationship to ore types». *Archaeometry*, volumen 17, número 2, páginas 157-163.
- Brill, R. H. (edit.) (1971): *Science and Archaeology*. Massachusetts Institute of Technology Press. Cambridge. Massachusetts.
- Brothwell, D. e Higgs, E. (edit.) (1980): *Ciencia en Arqueología*. Fondo de Cultura Económica. Madrid.
- Caley, Earle R. (1964): *Analysis of ancient metals*. Pengamon. Oxford.
- Coghlan, H. H. (1961): *Notes on the prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World*. Pitt Rivers Museum. Oxford.
- Craddock, P. T. y Hughes, M. J. (edit.) (1985): *Furnaces and smelting technology in Antiquity*. British Museum Occasional Paper, número 48. London.
- Delibes, G., Fernández-Miranda, M., Fernández-Posee, M. D., Martín, C., Rovira, S. y Sanz, M. (e.p.): «Almizaraque (Almería). Minería y metalurgia calcolítica en el Sureste de la Península Ibérica». *Coloquio Internacional sobre Minería y Metalurgia en las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas*. Madrid, 1985.
- Dieter Jr., G. E. (1967): *Metalurgia mecánica*. Aguilar, Madrid.
- Ewing, G. W. (1978): *Métodos instrumentales de análisis químico*. McGraw-Hill. México.
- Fernández-Miranda, M., Delibes, G., Fernández-Posee, M. D., Martín, C., Montero, I. y Rovira, S. (e.p.): «Almizaraque (Almería, Spain): Archaeometallurgy in Chalcolithic Southeastern of Iberian Peninsula». *La Découverte du Métal. Colloque International. Saint-Germain-en-Laye 1989*.
- Forbes, R. J. (1971): *Studies in ancient technology*. Volumen VIII, E. J. Brill. Leyden.
- (1972): *Studies in ancient technology*. Volumen IX, E. J. Brill. Leyden.
- Friedman, A. M., Conway, M., Kastner, M., Milsted, J., Metta, D., Field, P. R. y Olsen, E. (1966): «Copper artifacts: Correlation with source types of copper ores». *Science*, volumen 152, número 1.504.
- Gale, N. H. (e.p.): «Early Cypriot copper metallurgy». *International Colloquium on Archaeometallurgy*. Bologna, 1988.
- (e.p.): «New studies of Final Chalcolithic and Early Bronze Age copper metallurgy in Cyprus». *La Découverte du Métal. Colloque International. Saint-Germain-en-Laye, 1989*.
- Greaves, R. H. y Wrighton, H. (1979): *Metalografía microscópica práctica*. Urmo, Bilbao.
- Jungmans, S.; Sangmeister, E. y Schröder, M. (1960): *Metallanalysen Kupferzeitlicher und Frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europas*. Studien metallurgie, Band 1. Berlín.
- (1968): *Kupfer und Bronze in der Frühen metallzeit Europas. Katalog der Analysen*. Studien Anlagen Metallurgie, Band 2. Berlín.
- Lambert, J. B. (1984): *Archaeological chemistry-III*. Advances in Chemistry Series, número 205. American Chemical Society. Washington DC.
- Lindenvald, Nora (1972): *La estructura de los metales*. Prensa Universitaria Argentina. Buenos Aires.
- Maréchal, J. R. (1962): *Prehistoric metallurgy*. Otto Junker GMBH. Lammersdorf.
- Montero, I., Consuegra, S. y Rovira, S. (1988): «Arqueometalurgia. Fuente auxiliar de la Historia». *Revista de Arqueología*, número 85, páginas 5-13.
- Ottaway, B. (1974): «Cluster analysis of impurity patterns in Armorico-British daggers». *Archaeometry*, volumen 16, número 2, páginas 221-231.
- Rovira, S. (1986): «Aspectos metodológicos de la investigación arqueometalúrgica». *Jornadas sobre Metodología Arqueológica*. Consejería de Cultura y Educación. Murcia.
- (1989): *La metalurgia americana: análisis tecnológico de materiales prehispánicos y coloniales*. Tesis Doctoral. Facultad de Geografía e Historia. Sección Historia de América. Universidad Complutense, Madrid.
- (e.p.): «Arqueometalurgia». *Publicaciones de la UNED*. Madrid.
- Siret, E. y Siret, L. (1890): *Las primeras edades del metal en el Sureste de España*. Barcelona.
- Terreil (1882): «Métallurgie péruvienne». *Révue d'Ethnographie*, tomo I. Paris.
- Tylecote, R. F. (1962): *Metallurgy in Archaeology*. Edward Arnold. London.
- (1984): *A History of Metallurgy*, 3rd. imp. The Metals Society, London.
- Tylecote, R. F., Ghaznavi, H. A. y Boydell, P. J. (1977): «Partitioning of trace elements between ores, fluxes, slags and metal during the smelting of copper». *Journal of Archaeological Science*, número 4, páginas 305-333.
- Young, W. J. (1973): *Application of science in examination of works of art*. Museum of Fine Arts. Boston.

REVISION DE LAS TECNICAS EN OSTEOLOGIA, A LA LUZ DE SU ESTUDIO, EN LA NECROPOLIS DE EL CIGARRALEJO (Mula, Murcia)

Manuel SANTONJA ALONSO

Asociación Española Amigos de la Arqueología

INTRODUCCION

Ultimamente se viene prestando gran atención al estudio de los restos óseos procedentes de excavaciones en necrópolis de cremación, por lo que parece conveniente ir unificando estos trabajos, y seguir un plan con la finalidad de evitar la publicación de conclusiones especulativas, dadas las incertidumbres inherentes a los estudios de Antropología física o anatómica, y poder, al menos en parte, satisfacer las interrogantes de los arqueólogos, que no entienden que nuestras diagnósticos entrañen reservas que, por ahora y mientras no dispongamos de técnicas analíticas específicas así tendrá que ser.

TECNICAS ANALITICAS

Siguiendo la línea del presente BOLETIN, nos vamos a ocupar de las diversas técnicas que la ciencia va poniendo al día y que irán permitiendo establecer sexo, edad y talla, de los restos óseos cremados, con mayor rigor.

Entre estas nuevas técnicas asistimos al casi arrollador manejo de los ordenadores, que al igual que en otras ciencias invade la Arqueología. Las técnicas informáticas, estadísticas y toda clase de cálculos matemáticos son habituales en nues-

tros trabajos modernos; un vivo ejemplo lo tenemos en el cambio experimentado en los estudios sobre Paleolítico. Nuestro mismo BOLETIN es otra muestra de este cambio.

La introducción de estas técnicas son un complemento necesario para hacer avanzar estas investigaciones, que deben pasar de la actual fase de acumulación de datos, imprescindible para disponer de un *banco de datos*, a otra de interpretación basada en la anterior.

Los *datos* en Antropología física están sometidos a límites de error que no pueden eludirse en el marco de ninguna teoría. No es lícito manipularlos haciéndoles «decir» lo que queremos que digan, la incorrecta lectura de los «bancos de datos» eludiendo el margen de error de los mismos, conduce a acumular datos métricos de dudosa validez para su tratamiento informático o estadístico; elaboración, sin embargo, que resulta imprescindible, especialmente en el capítulo de la PALEODEMOGRAFIA.

En algunos trabajos se manejan cifras de mortalidad general e infantil anuales, más o menos recientes y se comparan de manera azarosa con el número de muertos de las necrópolis ibéricas, las cuales abarcan siglos, en el mejor de los casos cuartos de siglo, por lo que no pueden aceptarse ni siquiera a título orientativo.

Tampoco otros planteamientos, bastante frecuentes, pueden ser aceptados con facilidad. En las ne-

crópolis de época ibérica, como mantengo en artículos anteriores, *no se reflejan todas las muertes del poblado*, sino sólo —y en el mejor de los casos— las de las «élites» de la población, ya que con el resto o se siguió un rito más simple, y no se han conservado sus tumbas, o no se les ha prestado suficiente atención en las excavaciones al no tener ajuar o porque no se ha excavado la totalidad de la necrópolis y están en algún sitio marginal de las mismas, o incluso no se enterraron.

De lo anterior se deduce que no es posible pretender conocer parámetros correspondientes a la población general a partir del tipo de información disponible, cuya interpretación deberá basarse en planteamientos teóricos generales adecuados.

INVESTIGACIONES BIOQUIMICAS, HISTOLOGICAS, INMUNOLOGICAS, ETCETERA

El incesante avance de este campo de la investigación ha abierto numerosos caminos en los estudios de osteología; los nuevos métodos analíticos químicos, biológicos, espectrométricos, inmunológicos, radiológicos, etcétera, no son moneda frecuente en nuestra bibliografía, pero basta ver lo ocurrido en estos

últimos años en la investigación de fósiles de homínidos y homos, para pensar que así tendrá que ser.

Sobre analíticas de componentes inorgánicos de huesos cremados se van publicando trabajos (The Chemical Analysis of Prehistoric Bones. L.T. Runia BAR Intern. Series 363-1987, páginas 125/129-166/193). Sobre sustancias orgánicas es de destacar las investigaciones sobre aminoácidos en fósiles de Homínidos y Homos que parecieran casi míticos (Lowwestein, Escuela de Berkeley y otros) que posteriormente se han ido perfeccionando con método de Radioinmunología y enzimología; y mas recientemente hay que mencionar las investigaciones sobre estrógenos en tejido óseo que, quizá, abran el camino hacia el diagnóstico analítico del sexo (Science 241-81-84.1988) en osteología.

La cremación debe producir en los huesos una transformación profunda de índole químico-histológica y mecánica, poco o nada investigadas, trabajo que se podría realizar aprovechando la muerte de antropoides de zoológicos o de laboratorios farmacéuticos, campo promotor para nuestros profesores que tienen laboratorios y capacidad para ello y también sería importante disponer de los estudios anatomoforenses sobre las víctimas de accidentes por fuego, materias inflamables, etcétera, con lo que se enriquecería nuestro saber, y se avanzaría con mayor firmeza en la data de sexo, edad y demás.

TECNICAS RADIOLOGICAS

Es otra investigación muy útil en osteología y que progresa continuamente. Actualmente nos encontramos muy lejos de la clásica exploración con Rayos X —Röengen—, que tanto revolucionó el diagnóstico de ciertas enfermedades, las técnicas computerizadas permiten «ver» cualquier rincón del organismo humano, me refiero a la Tomografía axial computerizada —TAC— y a la Resonancia magnética nuclear —RM— que permiten

realizar «cortes», sin destrucción de tejidos, y sacar imágenes milimétricas en los que se aprecian estructuras tisulares.

La exploración por Resonancia magnética en huesos procedentes de necrópolis de cremación se ha aplicado por el doctor Knapp, de manera innovadora, para determinar lesiones paleopatológicas óseas, imágenes que se publicaron en el número 21 de este Boletín, incluidas en el «Estudio Osteológico y Paleopatológico, necrópolis de El Cigarralejo», excavación tan importante por todos los conceptos, y a la que corresponde también ser la primera en beneficiarse de dicha especial investigación.

El doctor Knapp, con sus profundos conocimientos, puso en imágenes «cortes» casi histológicos de cabezas de fémur, en los que se aprecian sus finas estructuras y pilares de fuerza; en otros, las estrías o fisuras deformantes del tejido óseo, originados por la acción del fuego-calor de la pira. En vértebras, la estructura trabecular de los cuerpos y la íntima alteración patológica de sindesmofitos y «picos de loro», imágenes que por vez primera nos ha sido posible contemplar en restos de hombres y mujeres que vivieron hace tantísimos años, al igual que la sorprendente imagen de una cabeza femoral con la huella de una herida por arma blanca, con seguridad mortal, dada su posible trayectoria intraabdominal.

Llamamos la atención sobre la influencia que puede tener el empleo de la RM sobre la conservación de la pieza, pues hemos comprobado que pasados unos días alguna se ha desintegrado parcialmente. Esto ha ocurrido, por ejemplo, con una cabeza de fémur y debe tenerse en cuenta para proceder al empleo de consolidantes cuando se trate de piezas únicas, aunque estimamos que los restos óseos bien fosilizados o muy cremados no corren estos riesgos.

La PALEOPATOLOGIA es otro campo de investigación interesante en los huesos cremados. Como se sabe existe un numeroso grupo de enfermedades que no dejan huellas en los huesos —todas aquellas que no los afectan directamente— otras,

sin embargo, de índole traumática, las reumáticas, algunos tumores, fistulas, deformidades, etcétera, sí las dejan. Mayores dificultades existirán sin duda para apreciar estas trazas en restos cremados, investigación pendiente de hacer por la Institución con medios y ganas de acometerla.

Después de esta somera revisión de la moderna investigación posible, repasemos lo que hacemos por ahora.

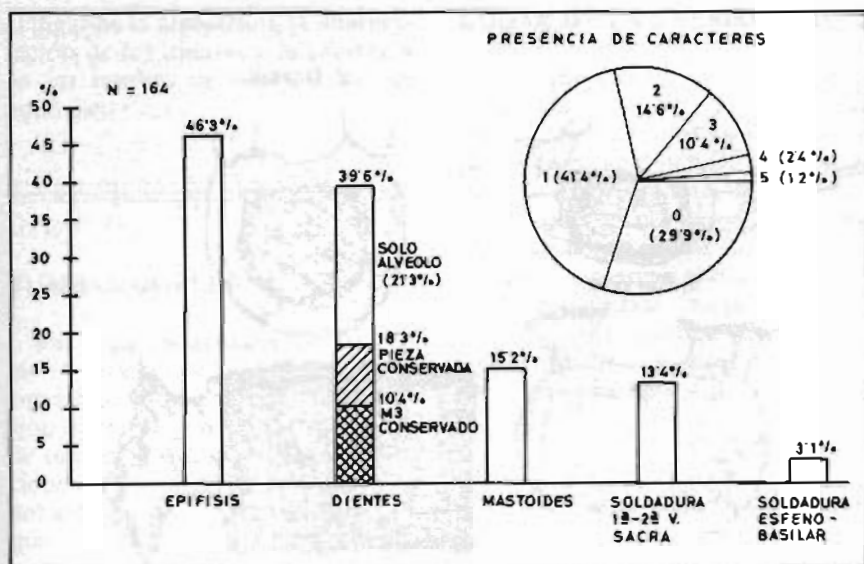
TECNICAS ANATOMICAS

En general, estos estudios o se han eludido en los informes de las excavaciones de necrópolis o fueron efectuados con poca profundidad o, lo que es peor, adolecen de conclusiones desproporcionadas. Todos hemos seguido la norma clásica de la Anatomía, la descriptiva y morfológica por un lado, la métrica por otro.

Esta metodología se ha aplicado a la determinación del sexo, pues aunque los esqueletos no presentan atributos sexuales, tienen en sus huesos una serie de características propias de varón o de hembra, las cuales no siempre se aprecian con claridad y además su examen se complica enormemente cuando el material óseo está cremado y muy fragmentado.

En artículo anterior (número 21 del Boletín) expongo determinadas dudas y conclusiones a las que llegué después de estudiar 164 «paquetes» óseos individualizados.

Sigo estimando que la vía morfológica y descriptiva ha llegado a su máximo, no se le puede pedir más a no ser que se imponga, por un excesivo celo o afán, la opinión personal del investigador por encima de lo que científicamente puede ser aceptado. La otra vía, la métrica, también tiene factores negativos, unos derivados del distinto modo de tomar los datos, otros del enorme número de medidas e índices que nos legaron eméritos maestros, si bien la cremación ha venido a limitarlos drásticamente, aun así, como digo anteriormente, éste es proba-



blemente el medio más común, y que dará mayores frutos si se consigue unificar medidas y modos de tomarlas para obtener un banco de datos fiable, sobre el que los especialistas en Informática/estadística puedan obtener resultados más firmes, menos especulativos o como benevolamente se dice, «orientativos».

Hay un amplio acuerdo sobre el valor intrínseco que para establecer la edad y sexo tienen los siguientes huesos y estructuras óseas: epifisis y su grado de soldadura; arcadas dentarias, alvéolos y dientes; soldadura de 1.ª a 2.ª vértebra sacra; ídem de la sutura esfenobasilar; mastoides y pelvis. Pues bien, en los 164 lotes individualizados en El Cigarralejo hemos dispuesto de ellos en las proporciones indicadas en la Figura 1, de por sí sólo elocuentes para comprender las limitaciones que presentan las determinaciones de edad y sexo, cuestión que también pone de relieve M. J. Walker, del Departamento de Antropología de la Universidad de Sidney («Avance al estudio de la craneología de El Argar y otros yacimientos en el suroeste español», 39 páginas 453-466. Libro Homenaje a L. Siret. Sevilla, 1986) cuando dice: «En el análisis métrico de 237 cráneos no fue posible dividirlos en grupos de hembras y varones analizando los datos por ordenador, pues se obtuvieron da-

tos incoherentes...», «no se pudo hacer ninguna determinación de sexo en 109 de los 237 restos supramandibulares analizados...». En el análisis del factor edad, el doctor Walker hace tres grupos:

1.º Sólo los de dentadura primaria (decidual); Infancia.

2.º Dentaduras permanentes incompletas; Pubertad.

3.º Dentaduras permanentes completas; Adultos, con dos subgrupos:

a) Menor: eclosión M3 reciente y sutura esfenobasilar sin soldar.

b) Mayor: M3 desgastado y soldadura esfenobasilar.

Si esto ocurre con cráneos más o menos completos, qué decir cuando se trata de análisis de fragmentos y además cremados. Los tres conjuntos que propone M. J. Walker para agrupar la edad me parecen muy positivos, en lugar de hacerlo por años.

En El Cigarralejo, la representatividad de los datos cuantitativos, cuya obtención por otra parte es lenta y pesada, parece muy condicionada por factores difíciles de evaluar, tanto culturales —relativos al ritual— como metodológicos —derivados de la excavación—. Del mismo modo podría ser considerado como dato secundario la coloración y líneas de fractura, que podrían ponerse en relación con el grado de

combustión, por tanto, con la naturaleza y calidad de la pira funeraria, relacionable con la capacidad económica o estatus social del cremado.

Las medidas son nuestro caballo de batalla, pero no hemos de olvidar que tanto ellas como los índices que manejamos han sido obtenidos sobre restos NO cremados, sobre piezas más o menos completas, frescas o fósiles que, por ahora, debemos aceptar como guía, hasta que se realicen experiencias de cómo actúa el fuego, la combustión, sobre huesos frescos con su materia orgánica, como los reduce, deforma y altera.

En CRANEO parece importante seguir tomando medidas de grosores, estado de las láminas y diploe, suturas, dentellones, mastoides, peñascos, etcétera, que aportan, sin duda indicaciones valiosas sobre la edad, sexo, que deberán valorarse en conjunto, como factores de una suma que, cuanto mayor sea más nos aproximará a establecer conclusiones firmes. Las sinostosis suturales es un dato sumamente variable, no así los dientes que fijan la edad y de cuyos datos, por muy conocidos, no merece la pena extenderse.

En El Cigarralejo, los fragmentos de mayor volumen han sido de cuerpos vertebrales y «cabezas» de húmero y fémur, que puede interpretarse a favor de la cremación en decúbito supino, y cuyos valores métricos serán de gran valor cuando se cuente con mayor número de ellos, tanto para una aproximación a las determinaciones de edad/sexo, como al conocimiento de la talla. (Figura 3), por lo que sería conveniente llegar a acuerdos de cómo tomarlos y relacionarlos.

En los fragmentos de los huesos de los MIEMBROS, la polifractura es a veces tan intensa que resulta imposible identificar el hueso, sus epifisis o «cabezas» son importantes tanto por sus valores métricos como por el grado de osificación o soldaduras, resultando conveniente adjuntar una silueta de las mismas. (Figura 2).

Otras interesantes incógnitas planteadas por El Cigarralejo, al parecer comunes con otras necrópolis, se refieren a las tumbas dobles.

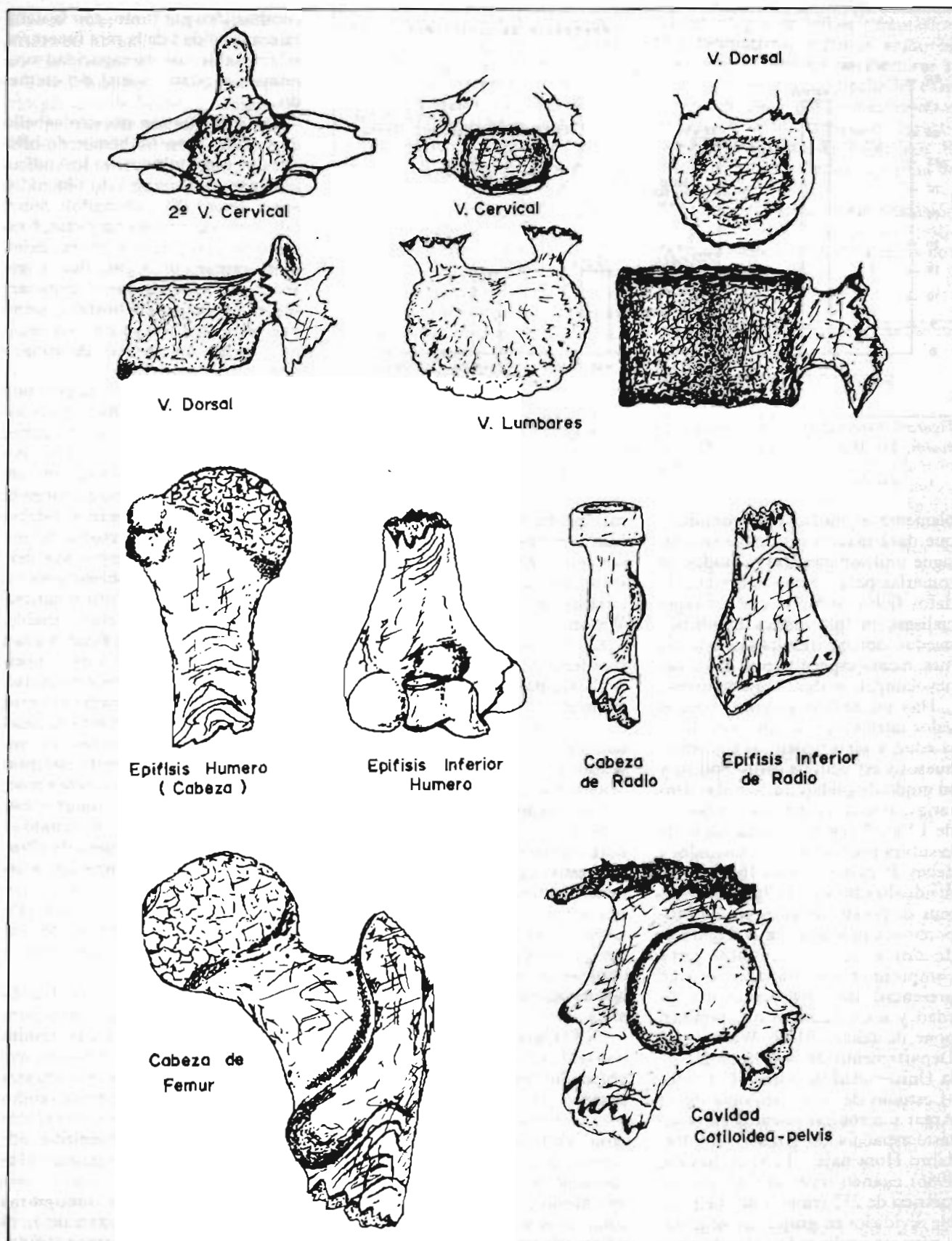


Figura 2. Repertorio de las piezas óseas de mayor tamaño en las cremaciones de El Cigarralejo.

el lugar de la cremación, la interpretación de los ajuares y la presencia en las tumbas de restos óseos de animales.

TUMBAS DOBLES

Las técnicas actuales de excavación consiguen delimitar con mayor rigor cada tumba y la posible intrusión de restos, que pueden proceder de tumbas posteriores, bien por acciones voluntarias o involuntarias antiguas o de los excavadores, lo que complica enormemente la investigación antropológica.

Estas tumbas plantean también otras interrogantes:

a) Tumba de hembra con restos cremados de un feto o recién nacido. Puede tratarse de la muerte de una embarazada o parturienta, en los que no hubo separación física en la cremación.

b) Tumba con restos de un adulto o adolescente cremado y un lactante o niño inhumado. Se plantean problemas de parentesco y muerte simultáneos de respuesta difícil, especulativa y en especial si el rito de la cremación estaba reservado a los adultos y no se practicaba con los niños hasta que alcanzaban una edad determinada, ¿cuál sería ésta, seis, siete años?, ¿final de la pubertad y simultaneidad de los dos ritos?

c) Tumba de dos adultos o adolescentes o de un adulto y un adolescente cremados. Se plantean, como en el caso anterior, problemas de parentesco, y sobre todo de sacrificio ritual matrimonial, fácilmente especulativos.

d) Tumbas con restos de más de dos individuos, consecuencia de epidemias, violencias, etcétera, o de remociones, muy difíciles de resolver al no contar con técnicas analíticas adecuadas para establecer la muerte de cada uno, simultaneidad o premoriencia. Las remociones e intrusiones durante la excavación o anteriores, dan errores difícilmente corregibles.

LUGAR DE LA CREMACION

Hay que insistir en lo difícil que sería hacer una cremación sobre la misma tumba, tanto por el poco espacio disponible para la pira como para la celebración del ritual. También puede ser que alguna parte de las necrópolis, quizás las zonas en las que se observan cenizales, hayan sido «crematorios» ocupados posteriormente con tumbas, pero es más lógico pensar que éstos estuviesen en los alrededores y no se han localizado.

CONTENIDO DE LOS AJUARES

Las interpretaciones de los ajuares con armas o adornos ofrecen también interrogantes relacionados con la determinación del sexo.

¿Los ajuares con armas son exclusivos de Varón? ¿Son exclusivos de Hembras los ajuares con adornos?

Nos encontramos ante un asunto muy debatido y que los arqueólogos esperaban ver aclarado con el estudio osteológico. El Cigarralejo, tan importante para el conocimiento del mundo Ibérico, también tiene algo que aportar en este complejo asunto. El escaso número de fragmentos óseos que aportan datos positivos ha puesto de relieve los estrechos límites del estudio anatómico, lo cual permite concluir que el estudio osteológico no es por sí solo concluyente en la determinación del sexo en los cremados.

Igualmente ha puesto de manifiesto la importancia del informe del excavador y, más aún, lo necesaria que es la presencia del antropólogo en la excavación de tumbas, pues el estudio de ellas debe realizarse valorando el conjunto de todos los datos, el análisis aislado de los restos óseos sólo lleva a hipótesis menos seguras y menos valiosas para la Arqueología.

Hemos podido constatar, en El Cigarralejo, que aquellos casos diagnosticados sin dudas como Varón o como Hembra, coincidieron en su mayoría con ajuar armas o adornos, pero que esta regla no se

cumplía en algunos, más agudizada en el grupo de los adolescentes, cuyos fragmentos óseos son difíciles de asignar a uno u otro sexo y que denominamos Alofixos. Resulta evidente que el contenido del ajuar debe utilizarse para contrastar el diagnóstico anatómico. Por otra parte presenta problemas aceptar, sin más, que los ajuares con armas son de varón y si hay adornos de hembras, como queda atestiguado por el comportamiento social humano de todos los tiempos, pues queda por determinar, en el mundo ibérico, qué clase de adornos pueden presentarse en tumbas de varones, así como las cerámicas de unas y otras asociaciones, problemática que con mayor acopio de datos, y de datos bien establecidos, no será de difícil solución.

La masiva presencia de armas también plantea otras incógnitas:

¿Es que los varones eran guerreros?

¿No había artesanos, huertanos, etcétera, en estos pueblos?

Las armas ¿serían atributos de poder o sólo de sexo?

En El Cigarralejo, aunque en número escaso, también se han recogido herramientas de trabajo.

Los ajuares con cerámicas importantes y adornos de calidad plantean dudas semejantes, por lo cual habría que insistir en la proporción de ajuares ricos, menos ricos y escasos o nulos en todas la necrópolis, y analizar sus datos con metodología estadística adecuada, investigación ya iniciada por V. Lull y J. Estévez en las necrópolis argáricas («Propuesta metodológica para el estudio de las necrópolis Argáricas» Libro homenaje a L. Siret. Sevilla, 1986).

A continuación, ofrecemos parte de los datos obtenidos del estudio anatómico de 164 casos individuales que se contrastaron secundariamente con su ajuar y de otros 207 no estudiados anatómicamente, tomando en cuenta solamente el ajuar, en los que se determinó sexo y edad.

En el número 22 de este Boletín, se exponen las razones para establecer los grupos de Varón y Hembra y el más complejo de Alofixos, dividido a su vez en Alofixos V?, en

los que concuerdan interpretación anatómica y ajuar armas y Alofixos *H?*, que concuerdan anatomía de hembra y ajuar adornos y los Alofixos *H/V?* o *V/H?*, con anatomía ósea y ajuar ambiguos, lo que recuerdo para abordar los datos y gráficos siguientes.

El análisis de estas cifras permite hacer muchas consideraciones. En primer lugar, hay que destacar el gran grupo de los Alofixos (indeterminados, dudosos o como se acuerde en llamarlos) que en total suman 148 casos, casi el 40 por 100, lo que representa un condicionante funda-

mental para cualquier interpretación, si bien un mayor acopio de datos podría soslayarlo sin dificultad.

Los datos de El Cigarralejo pueden contribuir a una mejor explicación de las contradicciones observadas en el estudio de los restos óseos contenidos en el «relicario» de la

164 casos (anatomía, más ajuar)		207 casos (ajuar)	
VARONES			
Anatomía <i>V</i> y ajuar armas	42 (25,6 %)	Ajuar armas = <i>V</i>	77 (37,1 %)
Varones gráciles	4 (2,4 %)		
(Ajuar adornos, anatomía <i>V</i>)			
Alofixos <i>V?</i> (armas)	13 (7,9 %)		
	59 (35,9 %)		
HEMBRAS			
Anatomía <i>H</i> y ajuar adornos	28 (17,00 %)	Ajuar adornos = <i>H</i>	50 (24,1 %)
Hembras varoniles	12 (7,3 %)		
(Adornos y anatomía <i>V</i>)			
Alofixos <i>H?</i> (adornos)	34 (20,7 %)		
	74 (45,1 %)		
Porcentajes según los grupos de edad			
Varones (-) 20 años		Varones (+) 20 años	
<i>V</i>	6 (3,6 %)	<i>V</i>	36 (21,9 %)
<i>V?</i>	7 (4,2 %)	<i>V?</i>	6 (3,6 %)
	13 (7,9 %)		42 (25,6 %)
Hembras (-) 20 años		Hembras (+) 20 años	
<i>H</i>	16 (9,7 %)	<i>H</i>	12 (7,3 %)
<i>H?</i>	26 (15,8 %)	<i>H?</i>	8 (4,8 %)
	42 (25,6 %)		20 (12,1 %)
Varones gráciles: (-) 20: 1. (+20): 3.			
Hembras varoniles: (-20): 8. (+20): 4.			
Alofixos <i>H/V?</i> - <i>V/H?</i> , ajuar ambiguo	11 (6,7 %)	Ajuar ambiguo	61 (29,4 %)
Sólo dientes	3 (1,8 %)		
NIÑOS (- 10 años)	17 (10,3 %)	¿Niños según ajuar?	19 (9,17 %)
Lactantes (-1 año)	7		
Y niño/a	10		
Tanto por ciento de errores anatómicos al no contrastar ajuar		77 (46,9 %)	
Alofixos <i>V?</i> : 13. Alofixos <i>H?</i> : 34. Alofixos ambiguos: 11.			
Hembras varoniles: 12. Varones gráciles: 4. Sólo dientes: 3. (Sólo ROA: 1).			

RESUMEN

Del total de los 371 casos estudiados son:

Varones: 136 (36,6 %)
Hembras: 124 (33,4 %)
Niños: 36 (9,7 %)
Dudosos: 75 (20,2 %)

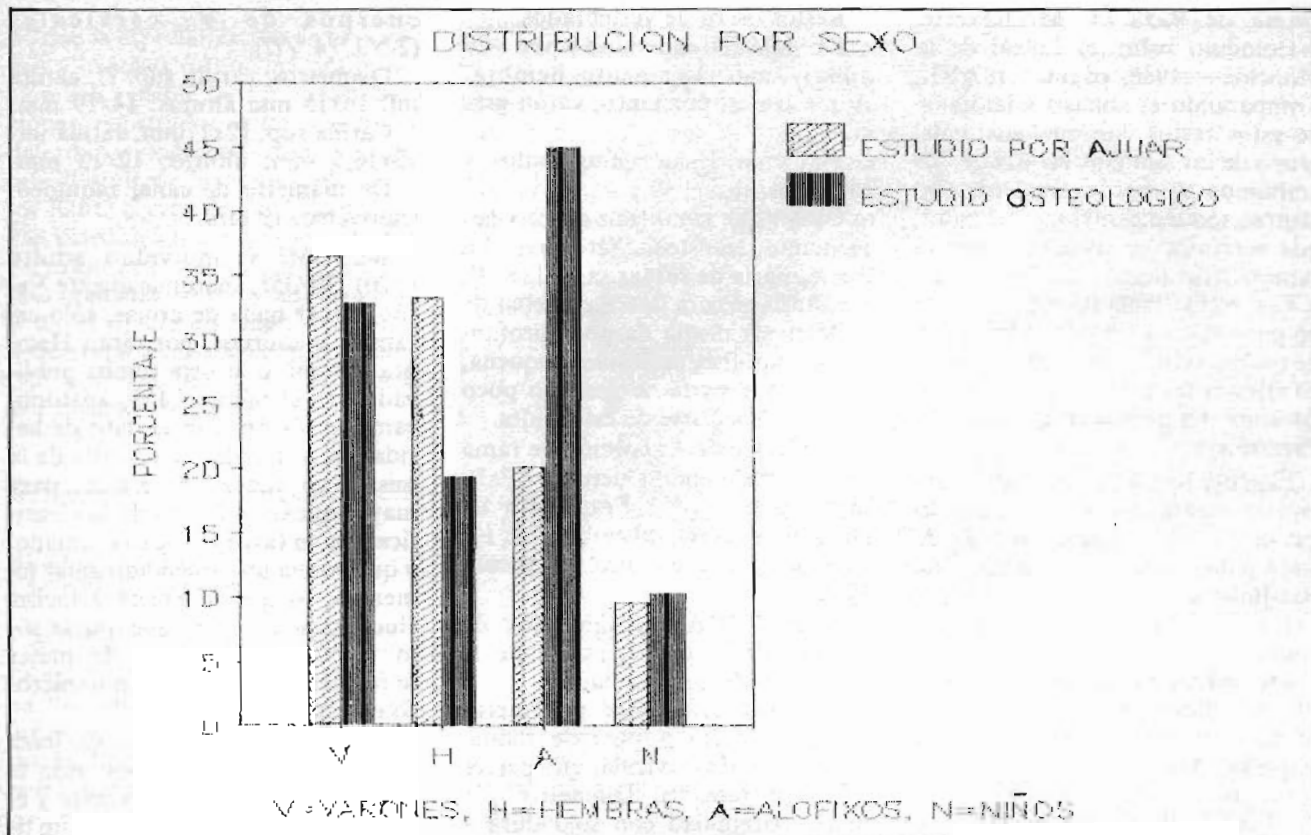


Figura 3.

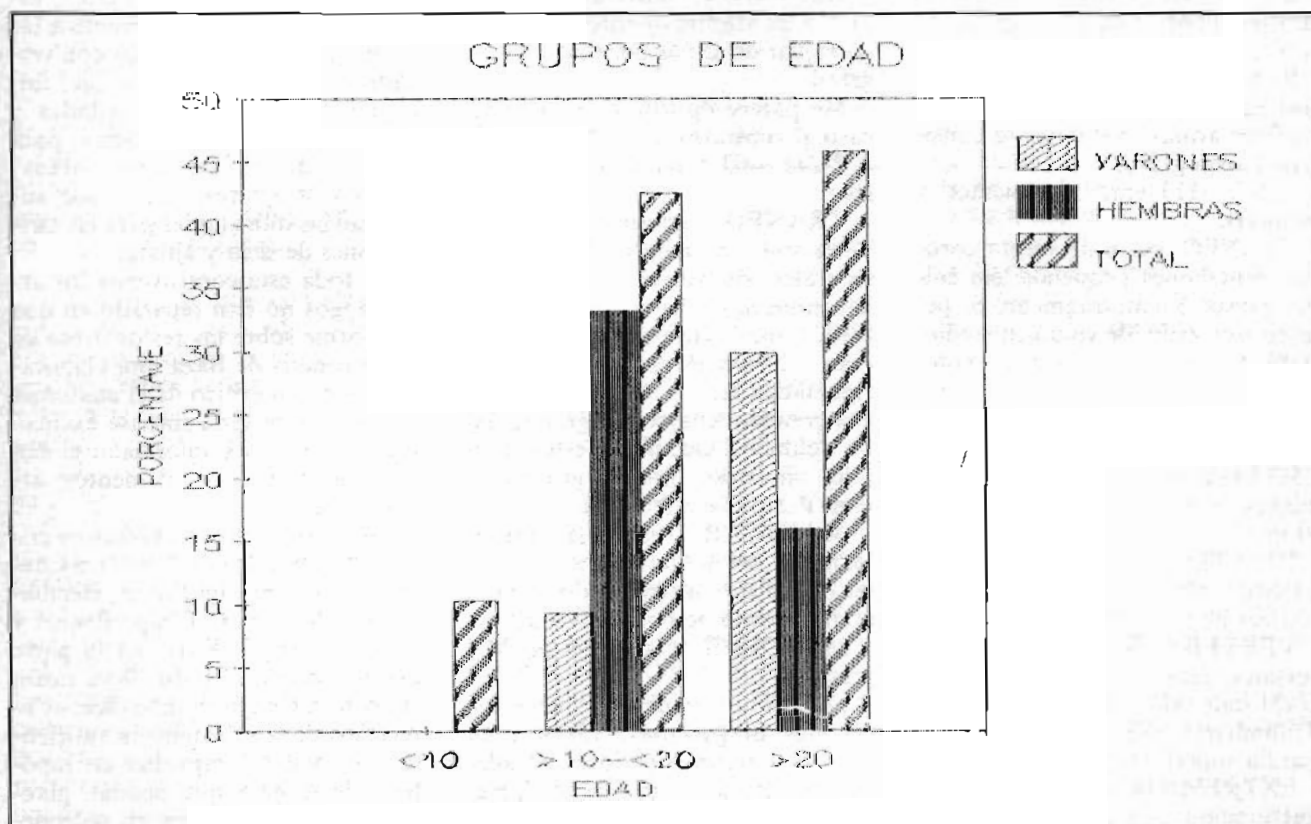


Figura 4.

Dama de Baza (J. M. Reverte. —Coloquio sobre el Puteal de la Moncloa— 1986, páginas 187/92). Comparando el análisis anatómico de estos restos con cualquiera del grupo de los Alofixos H/V? o de los ambiguos de El Cigarralejo, con abstracción del contenido del ajuar, nos veríamos sorprendidos por la cantidad de diagnosis arriesgadas.

Los restos hallados en la Dama no pueden ser atribuidos a un varón de complexión normal, pero tampoco afirmar taxativamente lo contrario como ha puesto en evidencia El Cigarralejo.

Exponer todos los casos alargaría excesivamente este artículo, por lo que detallaremos alguno, además de otros publicados en el número 22 de este Boletín.

T-187.—27 entre fragmentos y esquirlas.

CRANEO: Parietales y temporales: dentellones grandes; sinostosis en cara interna; cavidad glenoidea pequeña; Mastoides poco voluminosa; grosores de 5 a 8 mm.

VERTEBRAS: fragmentos de cuerpos; alturas de 17 a 23 mm.

EXTREMIDADES: intensa fracturación lineal y en pico de flauta; poco espesor.

RESUMEN: Individuo adulto, probablemente hembra. El ajuar contiene armas, por tanto se considera Varón grácil.

T-383.—113 entre fragmentos y esquirlas.

CRANEO: parte de sutura coronal, dentellones pequeños, sin soldar; grosor 6 mm; fragmento de peñasco izquierdo, de volumen medio; parte de mastoides de poco volumen.

MANDIBULA, parte de la rama ascendente y cóndilo izquierdo: 5,5x17 mm; el derecho: 5,5x18 mm. Indices: 30 y 32. Ancho de la rama: 30 mm. ¿?

DIENTES: Un molar superior, estallado, sin corona. Otro inferior y raíces de poco tamaño.

VERTEBRAS: cuerpos de V. dorsales, diámetros 21x22,5 mm y 27x21 mm. Alturas: 17 mm ídem en V. lumbares, diámetros 27x39 mm (carilla superior) altura: 26 mm.

EXTREMIDADES: intensa polifracturación. Cabeza humeral incompleta, sin soldar.

Restos óseos de vertebrados.

RESUMEN: individuo joven (-20 años) anatómicamente hembra. Ajuar armas, por tanto, varón grácil.

T-388.—171 entre fragmentos y esquirlas.

CRANEO: suturas de dentellones medianos, sinostosis. Grosores: 3 a 8 mm. parte de sutura sagital (S/4), sinostosis en cara interna; huellas de la Menigea media de poca profundidad. Apófisis mastoides pequeña, izquierda y parte de peñasco poco voluminoso. Parte de esfenoides.

MANDIBULA: porción de rama ascendente; cóndilo derecho ¿7x20 mm?, Índice: ¿35? Fragmento de cuerpo con restos alveolares de i-i-c-p-p-m1-m2 y en otro fragmento M3.

VERTEBRAS: fragmentos de cuerpos de V. cervicales, dando la impresión de poco tamaño.

EXTREMIDADES: polifracturas en escalera y pico de flauta. Fragmento de clavícula, que parece de poco tamaño. Diámetro: ¿38 mm?, extremidad con soldadura a término.

RESUMEN: individuo adulto (+20) anatómicamente Hembra, con ajuar de armas por tanto Varón grácil.

Me parece oportuno exponer un caso al contrario, el de la:

T-245.—63 fragmentos y esquirlas.

CRANEO: láminas estalladas. Temporal, fragmentos con partes suturales, sinostosadas. Huellas de la meningeal media profundas. Grosores 6 mm, parte de mastoides de gran volumen. Arranque de apófisis zigomática fuerte. Cavidad glenoidea grande. Peñascos de gran tamaño, soldados. Occipital, restos suturales, sinostosis interna, grosores 7 mm. Restos de esfenoides.

MAXILAR: restos de maxilo/malar sin soldar, parte del malar, apófisis orbital redondeada, grande. Parte de borde alveolar.

MANDIBULA: alvéolo de M3, grande.

DIENTES: raíces de incisivos, coronas desgastadas, 13/14 mm. Cuatro molares superiores, estalladas las coronas, usura de ¿4.º?, medidas 7x10 y 7x9 mm.

VERTEBRAS: fragmentos de

cuerpos de V. cervicales (2.º/3.º/4.º/??).

Diámetros: carilla sup: ??, carilla inf: 14x15 mm alturas: 14/19 mm;

Carilla sup: 12x17mm, carilla inf: 13x16,5 mm; alturas: 12/13 mm.

Un diámetro de canal raquídeo: transversal, 19 mm.

RESUMEN: individuo adulto (+20) ¿30/35?, anatómicamente Varón. Ajuar nada de armas, sólo cerámica y adornos, por tanto Hembra varonil, o la otra tumba publicada con el número 158, anatómicamente Varón, con el dato de herida por arma blanca y huella de la misma en cabeza de fémur, para mayor apoyo indirecto de la identificación en favor del sexo estimado, y que posea un espléndido ajuar femenino, lo que se presta a fáciles elucubraciones, pero que quizás sólo merece el apelativo de mujer hombruna, por cierto algo numeroso en esta necrópolis.

En el caso de la Dama de Baza parece que se ha valorado más el contenido óseo que lo restante y el continente, pues esta tumba es un típico «mausoleo» con su «relicario» —la Dama—, tumba soberbia, espléndida, totalmente diferente a las de otras necrópolis ibéricas con verdaderos «enterramientos» que, salvo remociones, quedan selladas y no abiertas —como en Baza— para nuevos depósitos mortuorios, ofrendas y ajuares, con lo que aumentan las dificultades para las atribuciones de sexo y ajuares.

En toda esta controversia los arqueólogos no han reparado en que el informe sobre los restos óseos de la necrópolis de Baza está elaborado con el ojo crítico de la anatomía y el punto de vista forense exclusivamente, sin una valoración global que incorpore los elementos arqueológicos.

En cuanto a los comentarios críticos del libro de don Emeterio Cuadrado sobre El Cigarralejo, efectuados por la doctora Chapa Brunet y el doctor W. S. Kurtz en la parte que me afecta, creo que lleva razón la doctora Chapa cuando dice: «Carecemos de la información suficiente para poder comprobar las hipótesis de trabajo que puedan plantearse..., especialmente en paleodemografía, ajuares, etcétera, esperan-

do que la especialización de los análisis y su conexión con más información sea posible...» Las contradicciones registradas entre ajuares y determinaciones anatómicas me hacen disenter de la opinión del doctor Kurtz acerca de que sólo el análisis osteológico, sea válido para poder conocer la naturaleza del individuo cremado (sexo, edad, etcétera) y no el ajuar, las interpretaciones deben establecerse sin descartar ningún elemento de juicio, más bien por la suma de todos.

RESTOS OSEOS DE VERTEBRADOS (R.O.V)

Es un apartado que consideré necesario al comprobar la presencia en los lotes óseos examinados, de restos no humanos, identificados por el doctor Cuadrado que, en general, parecen rumiantes (vacas, caballos) y algunos de menor tamaño que podrían ser de conejos, perros, aves, etcétera, de ahí lo de restos de vertebrados. No aparecen en todas las tumbas, a veces tampoco parecen estar cremados y no se vislumbra una posible relación con la clase de tumba o con el sexo. Podría existir relación con el banquete funerario, por lo que tendremos que esperar a acumular datos para tener una opinión más firme.

Como final de estas consideraciones pienso que sería adecuado que los interesados en el tema realicemos una reflexión sobre lo que consideramos fundamental en estos estudios, y nuestra Asociación se vería muy honrada publicándolos en su Boletín.

Como broche final a la osteología de El Cigarralejo expongo el análisis anatómico de la última tumba al cierre de las prolongadas campañas de su excavación.

Los restos óseos de esta tumba los recibí tal como salieron en la excavación en un bloque de tierras, lodos en capas de sedimentación superpuestas y cenizas/carbones, de donde se fueron separando los fragmentos y esquilas teniendo que utilizar la criba. Una vez agrupados se

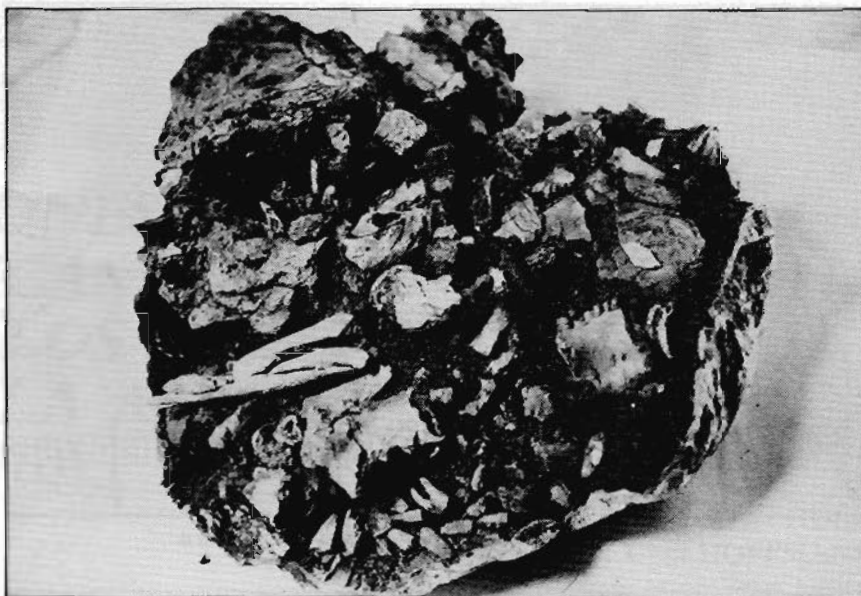


Foto 1. Detalle del «paquete» óseo, en el ángulo superior izquierdo se aprecia el sedimento en capas de lodos.

pudo comprobar que existían restos de dos individuos, sospechada al localizar dos gérmenes dentarios en el cribado.

CRANEO: más de 200 fragmentos y esquilas, la mayoría son láminas con diploe. Pequeñas porciones suturales, dentellones finos, sinostosis en cara interna. Fragmento de occipital muy cuarteado, partes con láminas desprendidas, grosor a nivel de las protuberancias: 15 mm. Grosos de 5 a 8 mm. Surcos de manígea media profundos. Fragmento de borde orbitario redondeado, al igual que otro fragmento del malar derecho. Peñasco, incompleto, derecho, de 38x16 mm X11mm, agujero auditivo: 7x22 mm.

MANDIBULA: fragmento del cuerpo, mentón con desprendimiento de lámina externa en su parte inferior, apreciándose en el perfil un fuerte mentón saliente: parte del reborde dentario con los cuatro incisivos, el canino y primer premolar *in situ*, muy desgastados, fuerte figura que los deja con el aspecto clásico en punta, por desgaste de las coronas. En su cara interna se aprecia anomalía de las apófisis geni, por fusión de las inferiores con las superiores, dejándolas en una sola muy prominente, fuerte engrosamiento milohioides y fosa submaxilar profunda; fuerte rafe que se prolonga hacia el borde alveolar por un

superficial surco lineal y hacia abajo termina en una fosa digástrica excavada.

Grosor a nivel del mentón: 12 mm; ídem en el borde alveolar: 7,5 mm.

Altura a nivel línea media: 34/36 mm? ídem a/m premolares: 35/36mm.

Apófisis geni=altura: 2,5 a 3 mm separación int: 2 mm; ídem exter: 7 mm. distancia desde el borde inferior del mentón: 13,5 mm.

Fragmento con el cóndilo derecho mandibular, medidas: 7x22 mm. Índice: 31,8 mm, robusto.

DIENTES: aparte de los *in situ*, se han recogido, desprendidos; 3 caninos, con parte de las coronas, fuertemente desgastadas como las *in situ*. Igual aspecto de cuatro incisivos. Dos molares inferiores, con las coronas estalladas. Otros fragmentos con parte de alvéolos, de buen tamaño. Medidas: altura incisivos 19/20 mm. Corona de caninos= 6x8 mm de premolar, 7x7 mm.

Del otro CRANEO: fragmentos pequeños, ninguno sutural; grosos: 2 a 3,5 mm.

DIENTES: Una raíz de premolar con restos de corona y raíces de tres incisivos deceduales.

Tres gérmenes de premolares.

Un fragmento de cuerpo mandibular y parte de la rama, con los alvéolos molares ocluidos. Grosor a



Foto 2. Detalle del mentón y dientes con fuerte usura.

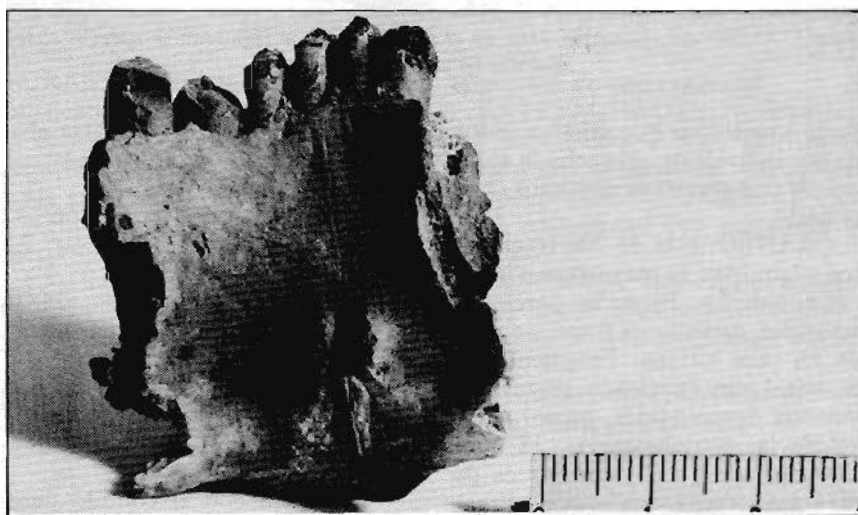


Foto 3. Cara interna mandibular, apófisis Geni y Rafe.



Foto 4. Fragmento de la mandíbula, raíces de dientes y uno de los «germenes» dentarios.

nivel de premolar: 11x9 mm. Datos para fijar la edad sobre 4/5 años.

VERTEBRAS: fragmentos pequeños de apófisis transversas y espinosas, dudosas sus soldaduras.

Tres cuerpos de V. cervicales, incompletos, en uno el borde inferior presenta «excrecencias», quizás derivadas del calor de la pira, semejantes a las observadas en otros casos. Medidas:

En la incompleta: carilla (?): 16x20 mm.

Otra: carilla superior: 15x22 mm. Carilla inferior: 17x35 mm. Altura: 12 mm.

Otra: carilla superior: 16x29 mm ¿? Carilla inferior: 14x17 mm. Altura: 12 mm.

Cuatro fragmentos de cuerpos de V. Dorsales, Medidas:

Carilla superior: 16x29 mm. Idem inferior: 18x35 mm. Altura: 17 mm.

Carilla superior: 16x29 mm. Idem inferior: 18x33 mm. Altura: 13 mm.

Carilla superior: 19x26 mm. Carilla inferior: 19x26 mm. Altura: 12 mm.

Carilla superior: 17x25 mm ¿? Carilla inferior: 20x27 mm ¿? Altura: 12 mm.

Dos cuerpos incompletos de V. Lumbares. Alturas; 21 y 23 mm.

Por el aspecto y medidas se pueden considerar del esqueleto infantil.

COSTILLAS: pequeños fragmentos de cuerpo y cabezas, carillas soldadas, grosores 7x9/11 mm.

CLAVICULA: fragmento del cuerpo de 68x11x7 mm, sin los extremos. Lado derecho.

EXTREMIDADES: escasamente representadas, ningún resto de miembro inferior; un fragmento de la epífisis inferior del húmero izquierdo, con parte de tróclea y epitróclea de buen tamaño, soldaduras estables. Fragmentos de cabezas de metacarpianos y tres falangetas completas, de un largo de 16 y 18 mm.

RESUMEN: restos óseos de dos individuos, uno adulto, por la forma y medidas de la mandíbula y epífisis humeral Varón, si bien son pocos datos y edad superior a 20 años. El otro, por la dentición y grosores de huesos craneales, un niño de 4 a 5 años.

La meta siguiente fue, pues, el estudio de todos los valles de los ríos importantes del litoral mediterráneo de Andalucía, preferentemente sus cursos inferiores y sus desembocaduras. Desde el año 1985, los trabajos se concentraron sobre los siguientes valles fluviales: Almanzora, Antas, Aguas, Andarax y río Grande de Adra en la provincia de Almería; Guadalfeo y río Verde de Almuñécar en la provincia de Granada; Higuerón, Torrox y río Seco cerca de Torre del Mar; Guadalmedina, Guadalhorce y Fuengirola en la provincia de Málaga, así como los ríos Guadiaro y Guadalquivir en la provincia de Cádiz (Figura 1).

La solicitud para la autorización de este proyecto fue acogida por la Junta de Andalucía con generosa comprensión. Queremos expresar aquí nuestro profundo agradecimiento al Director General de Bellas Artes, don Bartolomé Ruiz González-Sevilla; estamos igualmente agradecidos a los delegados provinciales de Cultura y Arqueología de las provincias de Almería, Cádiz, Granada y Málaga así como a los numerosos colegas que contribuyeron al éxito de los trabajos, y a muchas autoridades y propietarios andaluces que cooperaron eficazmente con nosotros.

Mi artículo ha de limitarse necesariamente a los ejemplos más característicos de entre los valles fluviales del litoral meridional andaluz. Quisiera comparar aquí estos ejemplos con una situación anterior de la investigación, tal como la expuse en mi trabajo «Phönizische Niederlassungen an der Iberischen Südküste» (Madrider Beiträge 8, 1982, 207 y siguientes). En aquella publicación presenté unos mapas, para los cuales había tomado como base hojas a escala de 1:50.000. Yo había cogido la curva de nivel ínfima como límite frente a la llanura del río, con el fin de separar la llanura, ya entonces considerada tierra de aluvión, frente a las partes más altas, donde se podía suponer la existencia de asentamientos fenicios. Esta disposición dio la siguiente imagen, al menos con respecto a algunos asentamientos fenicio característicos: El Cerro del Prado, en la provincia de Cádiz, parecía ser

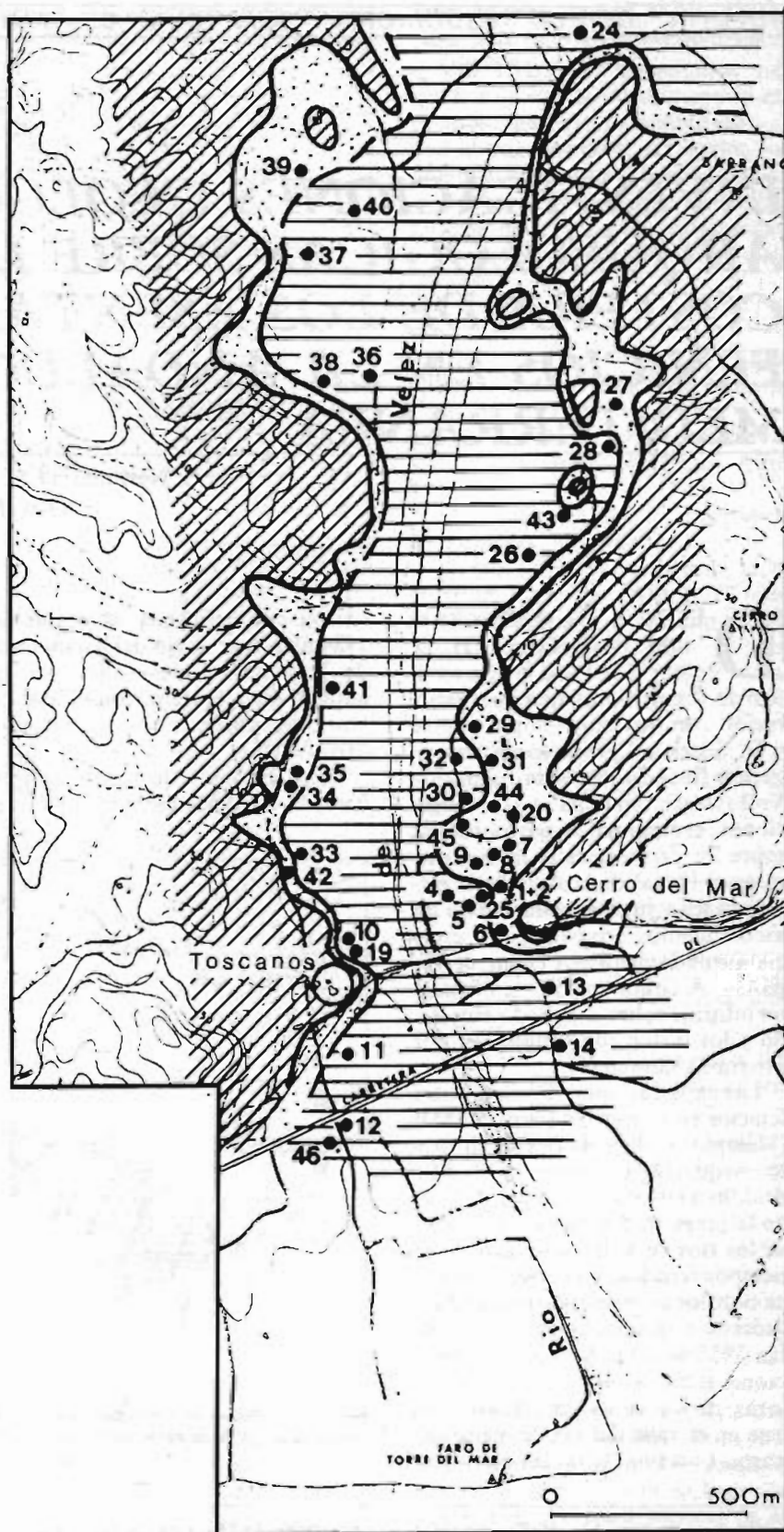


Figura 2. Río de Vélez (Málaga): situación del asentamiento de Toscanos en la orilla occidental de la antigua bahía del mar, según las investigaciones geológicas. Los puntos indican las perforaciones geológicas. Según H. D. Schulz et alii, 1987.

una isla en la llanura del río Guadarranque. El Cerro del Villar, en la provincia de Málaga, estaba situado en el último extremo de una estrecha península, que se introducía en la llanura del río Guadalhorce. La colina donde se encuentra Almuñécar, que según las últimas investigaciones había sido en efecto el punto de ubicación de un asentamiento fenicio, con sus necrópolis en el Cerro de San Cristóbal y en Puente de Noy, parecía una isla surgiendo de entre la llanura entre los ríos Seco y Verde.

Gracias a los estudios llevados a cabo en el curso de nuestro programa de investigación podemos ofrecer actualmente una imagen muy cambiada de esas tres plazas. Según los nuevos datos, el Cerro del Prado está situado no en un islote, sino en el extremo de una península. El Cerro del Villar, en cambio, se encuentra, según los últimos estudios geológicos, no en una península sino en una isla, mientras que la colina de Almuñécar estaba unida con la tierra firme por medio de una loma, lo que en tiempos fenicios equivalía a una situación peninsular. Como vemos, los estudios geológicos lograron corregir en algunos casos una imagen anterior, mientras que en otros casos confirmaron la ya conocida, así, por ejemplo la ubicación tan característica de los asentamientos fenicios en penínsulas más o menos avanzadas en una bahía marítima o, al menos, en el último extremo de la tierra firme, donde la antigua bahía se abría entonces al mar. En esta situación se encuentran los asentamientos fenicios de Toscanos, Morro de Mezquitilla, Adra y, algo más tarde, Villaricos.

Presento aquí como ejemplo el valle del río de Vélez (figura 2), en cuya orilla occidental está situado el yacimiento de Toscanos, extendido sobre las faldas del Peñón y del Alarcón y, más al norte, la necrópolis de Jardín y, ubicada enfrente en la orilla oriental, la del Cerro del Mar, donde hubo un poblado más reciente que existió allí hasta tiempos romanos. El asentamiento fenicio de Toscanos fue fundado en su día en la salida de una bahía marítima, que se introducía entonces

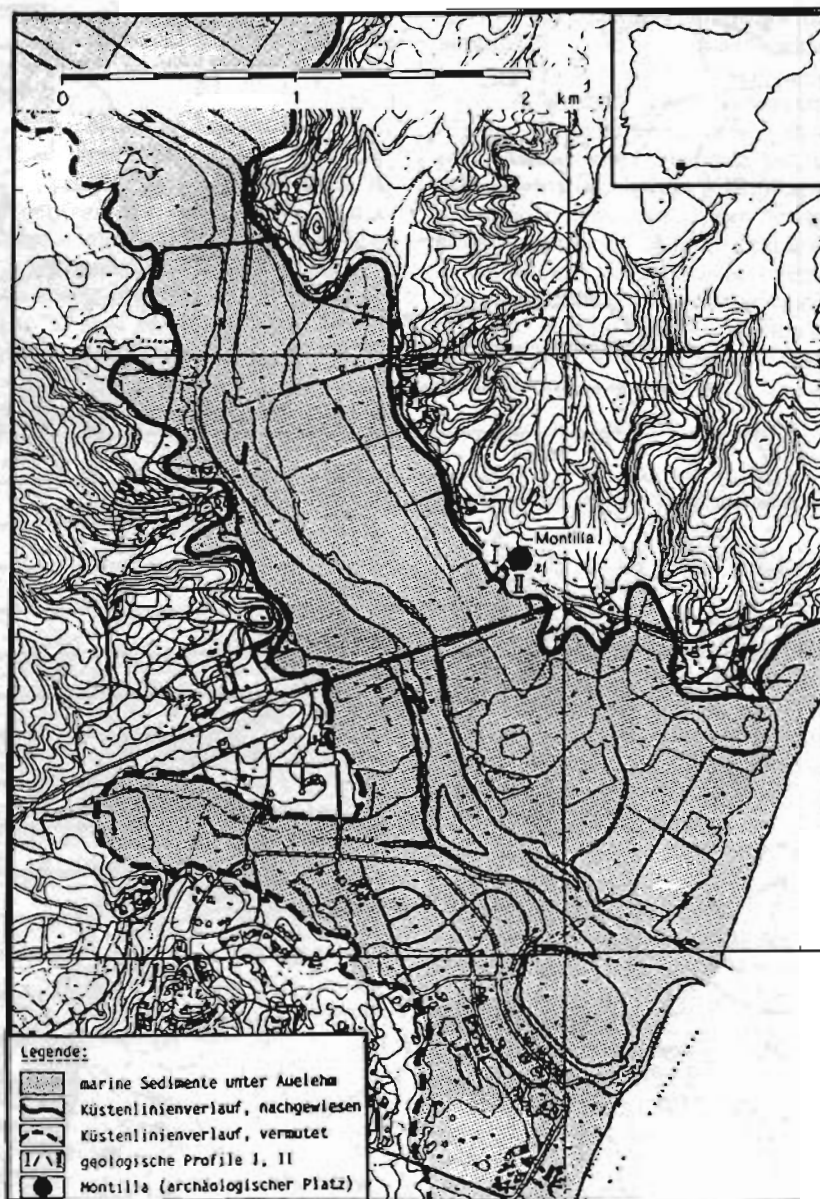


Figura 3. Río Guadiaro (Cádiz); situación del asentamiento fenicio de Montilla en la orilla oriental de la antigua bahía del mar, según las investigaciones geológicas. Según G. Hoffmann, 1988.

profundamente en el interior de la tierra firme.

Excavaciones llevadas a cabo en 1984 al norte de Toscanos en estrecha colaboración con especialistas en geología, nos permitieron conocer la situación de la antigua línea costera, descubrir una zona empedrada directamente detrás de la línea costera y detectar los edificios fenicios más próximos, o sea en total, la situación portuaria que corresponde al asentamiento fenicio de Toscanos.

A parte de confirmar y corregir resultados anteriores, el programa de investigación del litoral nos permitió descubrir nuevos asentamientos fenicios, por ejemplo, en la orilla oriental del río Guadiaro en la provincia de Cádiz, donde después de que los taladros hubieran sacado los primeros fragmentos de cerámica fenicia, comenzó en la ladera de Montilla una excavación que aportó considerables cantidades de material fenicio, confirmando la presencia de los fenicios también en la

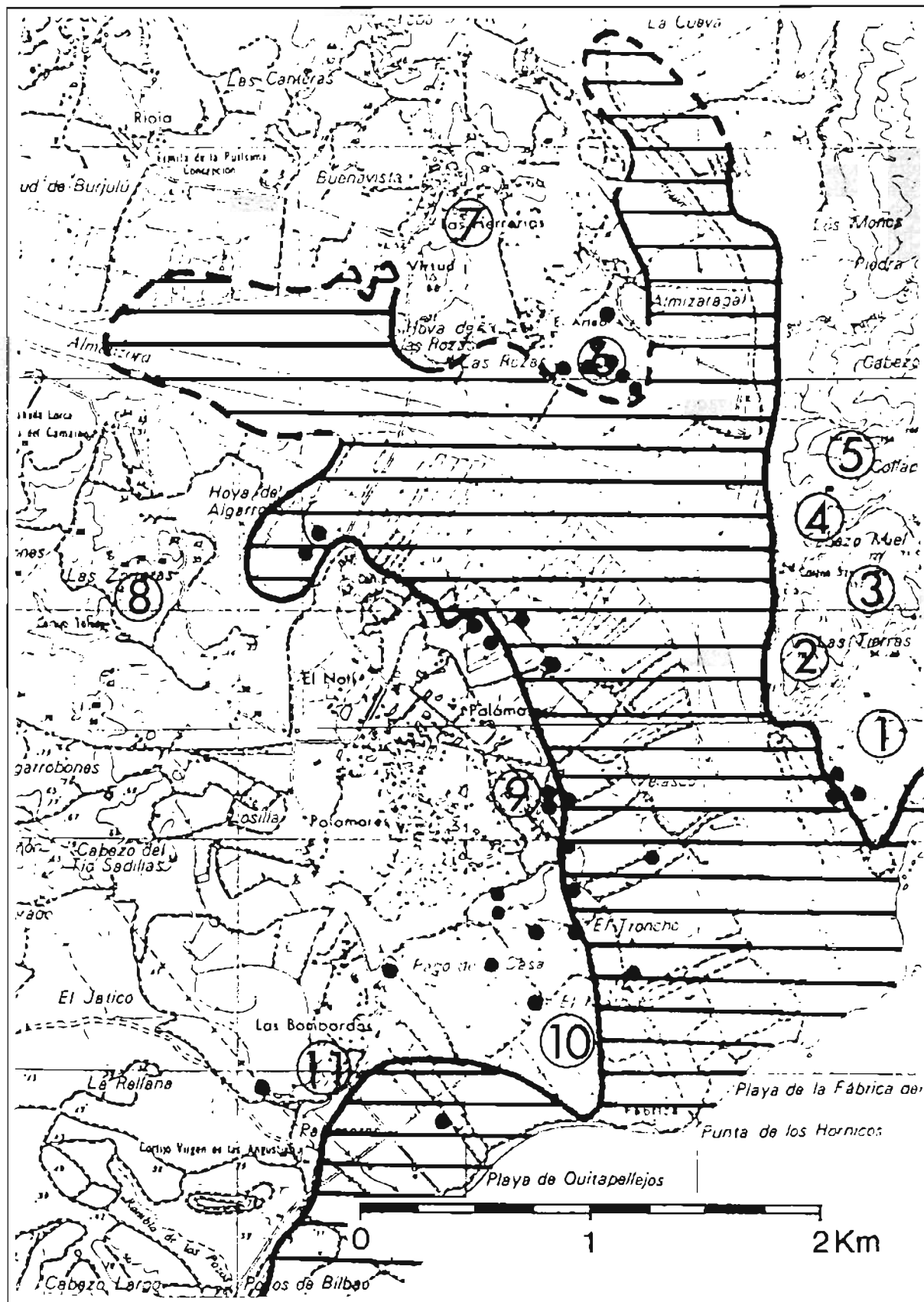


Figura 4. Extensión de sedimentos marinos del Holoceno (rayado) en el curso inferior del río Almanzora. Las perforaciones están indicadas con puntos. Línea continua: línea costera antigua documentada; línea discontinua: supuesta situación de la línea costera antigua. En círculos numerados se indican los lugares arqueológicos seleccionados: 1-5 yacimientos adscritos a Villaricos; 6, Almizaraque; 7, Herrerías; 8, Las Zorras; 9, Velazco; 10, El Marqués; 11, Las Bombardas.

desembocadura del río Guadiaro (figura 3. *Madrider Mitteilungen* 29, 1988, en prensa).

Pero también en las desembocaduras de otros ríos se pudieron detectar hallazgos fenicios en plazas características de asentamientos arcaicos, como, por ejemplo, en la desembocadura del río Antas en la provincia de Almería, y en la del Guadalfeo, en la provincia de Granada.

Estamos estudiando actualmente los resultados obtenidos y esperamos conseguir importantes datos nuevos. Un resumen de las investigaciones realizadas hasta finales de 1985 se encuentra en el volumen «Forschungen zur Archäologie und Geologie im Raum von Torre del Mar 1983/1984», *Madrider Beiträge*, tomo 14, Mainz am Rhein 1987. Como ejemplos se presentan aquí unos textos resumidos sobre el río Almanzora y el río Guadiaro:

RIO ALMANZORA, PROVINCIA DE ALMERIA

El objeto de investigación es aquí el curso inferior del río, cuya vega holocénica se extiende desde la desembocadura hasta cinco kilómetros más arriba (figura 4), con una anchura de aproximadamente 1 a 1,5 kilómetros. En esta vega, se efectuaron 37 perforaciones, hasta una profundidad máxima de 19,30 metros. La capa inferior, de aproximadamente un metro de espesor, constituye una sedimentación puramente marina, mientras que las dos partes laterales de la misma experimentan una paulatina colmatación con sedimentos terrestres, procedentes de las zonas cercanas al río. A partir de aproximadamente 17 metros bajo la superficie (unos 1,5 metros sobre el nivel del mar), ya no se detectan influencias marinas en los sedimentos. Cuando se formaron las capas laterales, de 12,5 metros de espesor, la antigua bahía marina se encontraba colmatada. El dibujo de la figura 2 refleja claramente la extensión de los sedimentos marinos en la vega del río Al-

manzora. Se reconoce perfectamente una ancha ensenada que penetra unos cuatro kilómetros hacia el interior.

Las prospecciones arqueológicas, que se vienen efectuando en la desembocadura del río Almanzora, se encuentran facilitadas por las que en estos mismos territorios realizaron los hermanos belgas Enrique y Luis Siret. Hasta el presente es bien poco lo que se puede añadir a lo cartado y publicado en el libro «Villaricos y Herrerías»; en el que Siret, no sólo nos sorprende por su capacidad de clasificación, temporal y cultural, de los yacimientos descubiertos, sino también por la visión futurista que tuvo en la necesidad de valorar la ubicación de los mismos de acuerdo con la delimitación de una «línea probable del litoral antiguo»: la cual intenta delimitar de una manera hipotética, en la lámina primera de la citada publicación.

De acuerdo con los resultados de las perforaciones geológicas, el mar penetraba hasta los rebordes de Las Rozas. Con lo cual la concentración de yacimientos situada alrededor de Almizaraque y Herrerías, encuentra su explicación no solamente en virtud de la riqueza minera de la zona, sino también en razón de la accesibilidad para la navegación marítima. Durante la época del cobre el yacimiento de Almizaraque se hallaba en el fondo de una ría, sobre una especie de pequeña península; explicándose así la disposición que adoptaron sus sistemas defensivos, frente a la tierra firme.

El enclave de Villaricos, ubicado en las estribaciones de la Sierra Almagrera, que se adentran hacia el mar, era la zona más idónea para la localización de un establecimiento fenicio-púnico: dominando el acceso a la antigua bahía.

Una zona bastante parca, en resultados arqueológicos, es la de Palomares. Actualmente podemos añadir otros hallazgos de época púnico-romana en los alrededores del Cortijo de Velasco y del Cortijo del Marqués. Otro hallazgo fortuito de cerámica púnica procede de las inmediaciones de Las Bombardas.

En la mayoría de los casos, en los cuales hemos podido fechar los

sedimentos aluviales obtenidos mediante las perforaciones geológicas, los fragmentos cerámicos asociados han resultado ser relativamente modernos. En la zona del río Almanzora, actualmente afectada por un clima semiárido, con precipitaciones esporádicas, pero muy vertiginosas, el proceso de la colmatación moderna se alarga hasta nuestros días. Siendo ésta la causa de que la mayoría de los puertos antiguos los encontremos tierra adentro, cuando no cubiertos por potentes capas de limo.

RIO GUADIARO, PROVINCIA DE CADIZ

La vega holocénica del río Guadiaro, tiene en la zona de la desembocadura una anchura de unos dos kilómetros. Desde allí se va estrechando, alcanzando unos cuatro kilómetros, aguas arriba, una anchura de sólo 0,5 kilómetros. Se efectuaron 19 perforaciones, entre profundidades de 0,90 y 12,30 metros. La capa inferior, de 6,40 a 7,10 metros bajo la superficie, se encuentra formada por auténtica arena marítima. Cuando esta arena se depositaba la ensenada marítima del Guadiaro estaba todavía muy abierta, rompiendo las olas del Mediterráneo en un punto que entonces se hallaba a unos 2,5 kilómetros de la línea costera actual. Las dos capas comprendidas entre 5,10 y 6,20 metros y entre 4,40 y 5,10 metros documentan el comienzo de la colmatación. La figura 5 muestra la extensión de la bahía marítima que se adentraba unos cinco kilómetros en la tierra firme.

El yacimiento más interesante, de cara al presente proyecto, que centra su atención en la localización de los puertos fenicios y púnicos, es el emplazamiento fenicio de Montilla. Yacimiento inédito, que aporta materiales de superficie datables en el siglo VII a.C. Justamente enfrente, en lo que sería el otro lado de la bahía, parece que se puede vislumbrar la existencia de una necrópolis de la misma época. Otra zona arqueológica importante se halla alrededor

del Cerro Nuevo Guadiaro, con hallazgos de época púnica y construcciones monumentales de época del Imperio. En la parte meridional del mismo cerro han aparecido sepulturas de época romana. De cara al proceso de colmatación, cabe citar la existencia de *dos torres vigías*. La «Torre Guadiaro» más antigua se encuentra enclavada en un punto que entonces se hallaría próxima a la costa; siendo suplantada en época posterior, por otra torre construida por delante, sobre el suelo formado por la sedimentación creciente. Mediante la ubicación de estos monumentos de la época moderna, una vez más, podemos comprobar que la formación de la línea costera actual se ha acelerado en tiempos relativamente recientes.

En cuanto a los resultados arqueológicos conseguidos podemos resumir los puntos siguientes: después de que se había tenido siempre por seguro que en sus tiempos, los fenicios podían llegar en barco —bien atravesando una albufera o bien un río— a sus asentamientos, situados hoy en la mayoría de los casos a orillas de los ríos, ahora está comprobado que esas plazas se encontraban entonces al lado de bahías marítimas más o menos profundas, y que gran parte de los poblados prehistóricos y romanos, ac-

tualmente lejos de la costa, estaban entonces situados en su misma orilla. También se pudo comprobar que la mayor parte de los sedimentos, depositados en los cursos inferiores de los ríos, después de fuertes erosiones del suelo ocasionadas por la deforestación del hinterland, no llegaron a sedimentarse allí hasta el final de la Edad Media y en la Edad Moderna. Con importantes resultados se puede demostrar como un paisaje —y con él la línea costera— cambia con el curso del tiempo, pudiéndose establecer incluso un marco cronológico para este proceso, para esta catástrofe ecológica en el hinterland.

El conocimiento de las antiguas líneas costeras permite también una nueva valoración de las plazas arqueológicas ya conocidas y el descubrimiento de los nuevos yacimientos ubicados en esas mismas líneas. Cerca de los yacimientos, los taladros geológicos tropezaron con restos de cerámica, que a su vez permiten fechar la estratigrafía del holoceno, siendo estas dataciones las más exactas. El continuo intercambio entre geólogos y arqueólogos llevó a una serie de resultados que no se hubieran conseguido nunca si cada grupo hubiera trabajado por su cuenta.

La experiencia acumulada duran-

te el estudio de un número tan considerable de valles fluviales y, sobre todo, de sus desembocaduras, nos ofrece un criterio sobre posibles situaciones portuarias fenicias. En la mayoría de los casos, las plazas fenicias suelen encontrar en el borde antiguas bahías marítimas, actualmente colmatadas, donde muchas veces están situadas en promontorios de poca altura y cercanos a la salida de la bahía. Estos promontorios podían tener bien forma de península o bien de una colina marcada y separada por un valle de la tierra firme. En todo caso, lo más importante era la situación, arriba descrita, cercana a la salida de la bahía, que permitía en cualquier momento una retirada por el mar. Los yacimientos de Guadiaro, Málaga, Toscanos, Morro de Mezquitilla y Adra pertenecen a este tipo. Si, además de las posibilidades de una bahía se ofrecían plazas especialmente protegidas y al mismo tiempo aisladas, la elección fue fácil. Así encontramos penínsulas situadas en el interior de una bahía marítima en el caso de Guadarranque y Almuñécar, o incluso auténticas islas, como la de Guadalhorce. Situaciones parecidas hubo también en la costa atlántica de la Península Ibérica (Cádiz) y en la costa magrebí (Rachgoun).

